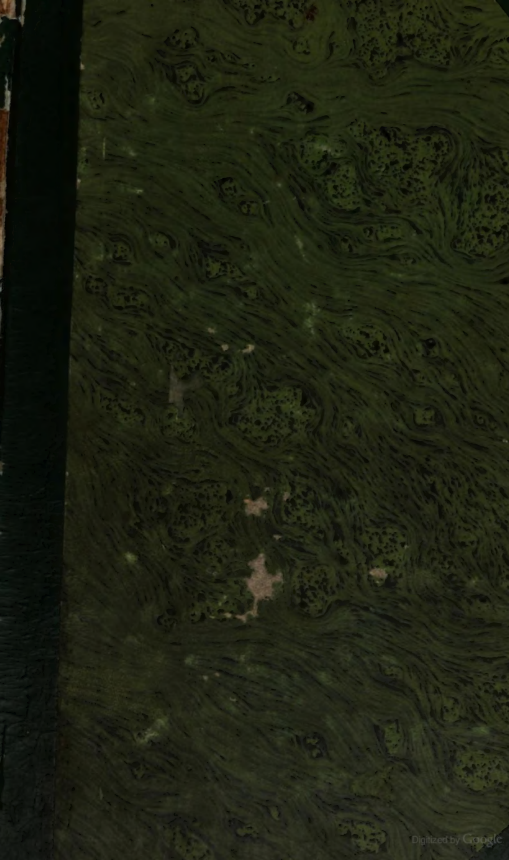
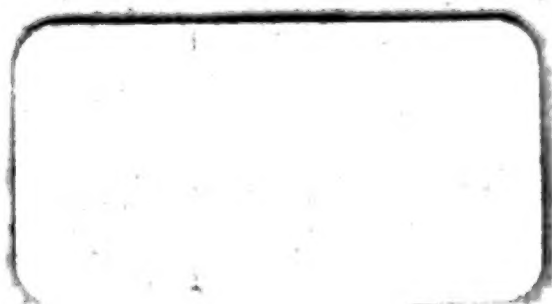
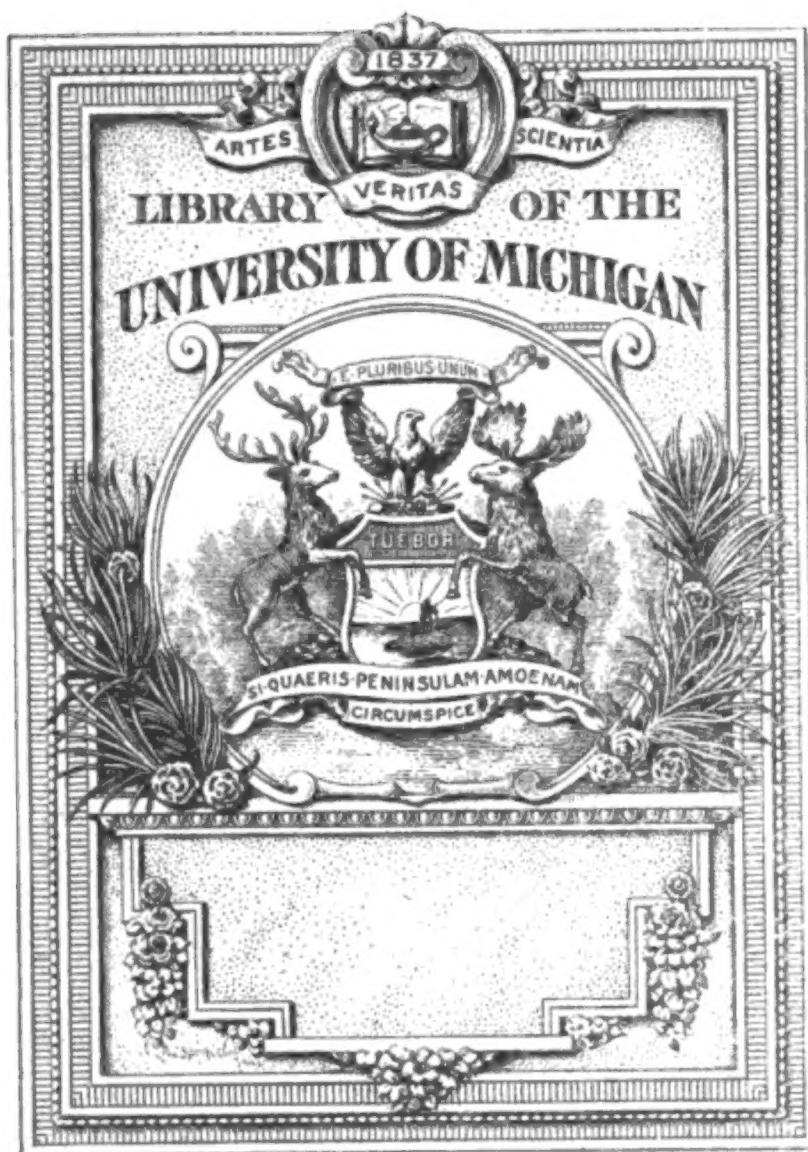




A 57283 1

Gift



QC

1

A613

A N N A L E N
DER
P H Y S I K.

NACH L. W. GILBERTS TODE FORTGESETZT

UND

HERAUSGEGEBEN

ZU

B E R L I N

VON

J. C. POGGENDORFF.

EIN UND ACHTZIGSTER BAND.

NEBST DREIZEHN KUPFERTAFELN.

L E I P Z I G

VERLAG VON JOH. AMBROSIOUS BARTH

1825.

A N N A L E N
DER
P H Y S I K
UND
C H E M I E.



HERAUSGEGEBEN
ZU
B E R L I N
VON
J. C. POGGENDORFF.

FÜNFTER BAND.

NEBST DREIZEHN KUPFERTAFELN.

LEIPZIG
VERLAG VON JOH. AMBROSIOUS BARTH
1825.

de

I n h a l t

des fünften Bandes der Annalen d. Physik u. Chemie.

Erstes Stück.

- I. Geognostische Bemerkungen über Holmestrands Umgegend; von M. Keilhau** **Seite 1**
- II. Ueber die Anziehung, die sich in merklichen Abständen zwischen den Oberflächen starrer Körper äussert, durch eine Flüssigkeit, in welcher sie untergetaucht sind; von Hrn. P. L. Girard** **41**
- III. Ueber die Verdunstungskälte und deren Anwendung auf Hygrometrie; von Hrn. E. F. August, Professor in Berlin** **69**
- IV. Erscheinung convergenter Sonnenstrahlen; vom Hrn. Prof. Kries in Gotha** **89**
- V. Erklärung eines optischen Betruges bei Betrachtung der Speichen eines Rades durch vertikale Oeffnungen; von Hrn. P. M. Roget, M. D. Mitgl. d. K. Ges. zu London** **93**
- VI. Höhenbestimmungen in der Schweiz; von Chr. Th. Schmiedel.** **105**
- Zusatz. Höhenbestimmungen in Tyrol und Illyrien** **116**

**VII. Nachrichten von einem Meteorsteinfalle, am
15. Jan. 1824 im Bolognesischen; von E. F. F.
Chladni**

122

VIII. Notizen.

1) Ueber den tiefen Barometerstand im Februar- monat 1825	125
2) Neue und ausserordentliche Mineralien, entdeckt in Warwick in der Grafschaft Orange, in New-York	131
3) Chloralumium; Alumium	132

Meteorologisches Tagebuch der Sternwarte zu Halle,
vom Observ. Dr. Winckler. Monat September.

Z w e i t e s S t ü c k .

**I. Geognostische Bemerkungen über *Brevig's* Umge-
gend; vom M. Keilhau** Seite 133

**II. Beschreibung mehrerer neuer oder bisher nur un-
vollkommen bekannter Mineralien; von Wil-
helm Haidinger.**

1. Allanit	157
2. Akmit	158
3. Babingtonit	159
4. Baryto - Calcit	160
5. Brewsterit	161
6. Brochantit	161
7. Brookit	162
8. Bucklandit	163

9.	<u>Childrenit</u>	.	.	163
10.	<u>Comptonit</u>	.	.	164
11.	<u>Euchroit</u>	.	.	165
12.	<u>Fergusonit</u>	.	.	166
13.	<u>Fluellit</u>	.	.	167
14.	<u>Forsterit</u>	.	.	167
15.	<u>Gmelinit</u>	.	.	168
16.	<u>Hopeit</u>	.	.	169
17.	<u>Levyn</u>	.	.	170
18.	<u>Roselit</u>	.	.	171
19.	<u>Somervillit</u>	.	.	172
20.	<u>Vauquelinit</u>	.	.	173
21.	<u>Zeagonit</u>	.	.	174
22.	<u>Prismatischer Habronem - Malachit</u>	.	.	175
23.	<u>Pyramidaler Kophon - Spath</u>	.	.	175
24.	<u>Rhomboëdrischer Quarz</u>	.	.	176
25.	<u>Kupferkies</u>	.	.	177

III. Nachricht über den Fundort des Akmits; vom
Bergkandidaten Hrn. N. B. Möller aus Pors-
grund 177

IV. Ueber zwei neu bestimmte Species aus dem Ge-
schlechte der Gypshaloide, des Systemes von
Mohs; von Wilhelm Haidinger.

- | | |
|----------------------|-----|
| 1) hemiprismatisches | 180 |
| 2) diatomes | 181 |

V. Ueber die chemische Zusammensetzung der in
dem vorhergehenden Aufsatze beschriebenen Mi-
neralien; von Edward Turner M. D. 188

VI. Beschreibung des *Edingtonits*, einer neuen Mi-
neralspecies, von Wilhelm Haidinger;
nebst Analyse desselben von Dr. Edward
Turner 193

VII. Ueber das Gesetz der elektrischen Abstossungskraft; von P. N. Egen, Lehr. d. Math. u. Phys. am Gymn. zu Soest	199
---	------------

VIII. Ueber das Licht; von Hrn. Fresnel, (Fortsetzung)	223
---	------------

**Meteorologisches Tagebuch der Sternwarte zu Halle,
vom Observ. Dr. Winckler. Monat October.**

D r i t t e s S t ü c k .

I. Geognostische Bemerkungen über die Plattform des Paradiesberges, über Hörtekollen, Sölvsbjerg, und Vettakollen; von M. Keilhau. Seite	261
II. Ueber das Gesetz der elektrischen Abstossungskraft; von P. N. C. Egen, Lehrer der Math. und Phys. am Gymnas. zu Soest (Fortsetzung)	281
III. Ueber neue Verbindungen von Kohlenstoff und Wasserstoff und über einige andere bei der Zersetzung des Oels durch Hitze erzeugte Substanzen; von Hrn. M. Faraday	303
Doppelt Kohlenwasserstoff	306
Neuer Kohlenwasserstoff	316
IV. Ueber die Verdunstungskälte und deren Anwendung auf Hygrometrie; von E. F. August, Prof. in Berlin (Fortsetzung)	335
V. Bemerkungen über die Klangfiguren der Scheiben; von C. F. F. Chladni	345

VI. Versuche über die Geschwindigkeit des Schalles,
gemacht in Holland; von Dr. G. Moll,
Prof. der Phys. an der Univers. zu Utrecht, und
dem Dr. Van Beek 351

VII. Notiz über das Trona oder das natürliche koh-
lensaure Natron von Fezzan; von Wilhelm
Haidinger 367

VIII. Der Ostranit, eine neue Species des Mineral-
reichs; von August Breithaupt 377

IX. Ueber die Zusammensetzung der Cyansäure; von
F. Wöhler 385

Meteorologisches Tagebuch der Sternwarte zu Halle,
vom Observ. Dr. Winckler. Monat November.

Viertes Stück.

I. Geognostischer Ueberblick über *Christiania's* Ter-
ritorium; von M. Keilhau Seite 389

II. Versuche über die Geschwindigkeit des Schalles,
gemacht in Holland vom Dr. G. Moll, Prof. der
Physik an der Universität zu Utrecht, und dem
Dr. Van Beek 469

Anhang.

1. Versuche der Pariser Akademiker 477

2. Versuche des Hrn. Goldingham zu Madras 486

3. Versuche des Dr. Olinthus Gregory zu
Woolwich 491

4. Versuche des Hrn. Prof. Stampfer und Maj.
v. Myrbach 496

III. Untersuchung einer Serpentin - Art von Gullfjå;
von G. S. Mosander 501

IV. Darstellung des Verfahrens, welches in dem
Grundriss der Mineralogie vom Prof. Mohs be-
folgt worden ist, um Krystalle in richtiger Per-
spective zu zeichnen; von Wilhelm Hai-
dinger 507

V. Ueber das Schwefeleisen mit zwei Atomen Schwe-
fel; von Heinrich Rose 533

VI. Notizen.

1. Hrn. Arago's Verfahren, die Intensität einer
Magnetnadel zu messen 535

2. Verbrennung der Weinsteinsäure durch braunes
Bleioxyd 536

Meteorologisches Tagebuch der Sternwarte zu Halle,
vom Observ. Dr. Winckler. Monat December.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1825, NEUNTES STÜCK.

I.

*Geognostische Bemerkungen über Holmestrands
Umgegend;*

VON

M. KEILHAU *).

Zwei Meilen südlich von *Drammen* führt die Landstrasse hinab gegen den *Sandefjord*. Man befindet sich in einem fruchtbaren Thale mit ebener Sohle von $\frac{1}{4}$ Meile Breite und nur geringer Erhebung über dem Meerespiegel. In Osten liegt eine waldige, aus Granit bestehende Bergreihe, deren treppenartige, röthlich schimmernde Klippen die linke Einfassung des Thales bilden. Rechts wird das Thal von einem weitläufigen, nach Südwesten ausgedehnten Plateau begrenzt, welches so steil in das Flachland am *Sandefjord* niederstürzt, daß der obere Theil des Gehänges ganz senkrecht abgeschnitten ist, während der untere Theil mit einer Steilheit abfällt, welche der aus Fichten und Laubholz gemischten Vegetation nur eben

*) Nach dem Manuscripte übersetzt von Dr. Carl Naumann.

noch Haltung gewährt. Die horizontale Thalföhle mit ihren Wiesen und Feldern, der steile finstre Waldabhang, und die senkrechte grane Felsenwand darüber bilden solchergestalt drei sehr stark markirte, unter scharfen Winkeln gegen einander abspringende Flächen, von denen eine jede die äußere charakteristische Begränzung einer eigenthümlichen Bildung darstellt. Tiefer Thon macht den Thalgrund aus; das Ausgehende von südwestlich einschliessenden Sandsteinschichten bildet das Waldgehänge, und die darüber aufsteigenden Abstürze gehören Porphyr, Mandelstein und Basalt an.

In südöstlicher Richtung verändert sich die Scene allmählig. Die Thalföhle sinkt unter das Niveau des Seespiegels, und der *Sandessjord* breitet sich über ihr aus. Die jähnen Abstürze setzen in der anfänglichen Richtung fort, steigen aber tiefer herunter, so daß sich die Sandsteinzone in einen schmalen, zwischen den steilen Wänden und dem Fjordspiegel hinlaufenden Streifen verwandelt, und theilweis gänzlich verschwindet.

Der Granit, welcher den Fjord in Osten begränzt, läuft eine halbe Meile weit parallel mit der Westküste, zieht sich aber unmittelbar nach der Vereinigung des *Sandessjordes* mit dem *Christianiafforde* zurück, und macht einer Inselgruppe Platz, die aus Kalkstein besteht, und nach ihren Formen ein mit dem Sandsteine übereinstimmendes Lagerungsverhältniß vermuthen läßt. Der südlichsten und größten dieser Inseln gegenüber liegt *Holmestrand* auf dem schmalen Rande am Fusse der Porphyrabstürze.

Unter den Beobachtungen, welche sich beim ersten Eintritt in die Gegend anbieten, sind es vorzüglich zwei, welche sogleich auf ein Resultat zu führen scheinen. Zuerst läßt sich in Bezug auf den Porphyr, Mandelstein und Basalt daraus, daß diese Gesteine in einem und demselben ununterbrochenen Gebirgsthelle auftreten, ohne daß ihre Differenz, sie sey nun mehr oder weniger wesentlich, auch nur im Geringsten in den äußeren Formen angedeutet wäre, auf eine innere nahe Verwandtschaft derselben schließen, zufolge welcher der von ihnen gemeinschaftlich gebildete Gebirgsthell als ein einzelnes Glied des großen Felsgebäudes zu betrachten wäre. Nächst dem zieht die Regel unsere Aufmerksamkeit auf sich, welche das Einschließen der geschichteten Gesteine beherrscht, und Veranlassung giebt, den Granit als die Unterlage für den Kalk der Inseln, diesen wiederum als das Liegende des Sandsteines, und endlich den Sandstein als die Basis oder die Stütze des aus Porphyr, Mandelstein und Basalt zusammengesetzten Massivs zu betrachten. Wie wenig sich auch diese Vorstellungen bei einer genaueren Untersuchung bewähren mögen, so können sie doch wenigstens zum Leitfaden derselben dienen; weshalb wir sie auch bei der Zusammenstellung der Thatfachen, die wir am gegenwärtigen Orte mitzutheilen gesonnen sind, nicht aus den Augen verloren haben.

Dicht bei Holmestrand, in dem auf der petrographischen Karte tab. I fig. 1 mit *a* bezeichneten Punkte steht zunächst am Fjorde ein feinkörniger, aus grauen, dicht zusammengedrängten Quarzkörnern und einer

schmutzig-gelben ochrigen Thonmasse bestehender Sandstein an, der in dünne, 20° bis 30° in hor. 5. S einschliessende Schichten abgefondert ist. Einige Metres von Fjord aufwärts wird er von Dammerde und Vegetation bedeckt, und das erste anstehende Gestein, auf welches man in der Richtung des Einschliessens gelangt, ist ein schwärzlich grauer Basaltporphyr, entweder mit dunkel lauchgrünen Augitkry stallen, oder mit einzelnen röthlichen Feldspathnadeln, oder auch mit beiden zugleich. Die Sphären, in welchen der Augit vorherrscht, verlaufen sich ganz allmählig in jene mit überwiegendem Feldspathe, und können nicht als bestimmte regelmässig abgefonderte Räume bezeichnet werden; auch bemerkt man nirgends die geringste Tendenz zur Lager- oder Säulen-Bildung.

Höher auf am Gehänge, da wo der Postweg den letzten steilen Hügel erreicht, kommt eine conglomeratartige Masse zum Vorschein. Kugeln und verschiedentlich gestaltete aus Nadelporphyr bestehende Klumpen von 1 Centimeter bis über 1 Decimeter Durchmesser erscheinen mehr oder weniger dicht zusammengehäuft innerhalb einer Basaltmasse, welche vollkommen der Hauptmasse jenes weiter unten anstehenden Porphyrs gleicht. Die Untersuchung der Punkte, in welchen dieser letztere dem Conglomerate Platz macht, zeigt, daß der Basalt zwischen den Kugeln gleichfalls nicht dem Raume nach vom Basalte des Porphyrs abgefondert ist, ausgenommen da, wo die runden Stücke so dicht zusammengehäuft sind, daß sie die Zwischenmasse zum Auskeilen nöthigen. Solcher-gestalt erscheint der Porphyr keinesweges vollkommen gegen das Conglomerat begränzt, und ihr beiderseiti-

ges Verhältniß ist nicht das eines Lagers und seines Liegenden. Denn der Porphyr, welcher jenseit der conglomeratähnlichen Bildung wieder zum Vorschein kommt, ist augenscheinlich quer durch dieselbe hindurchgegangen, so weit das Gedränge der einzelnen Stücke zu einem solchen Durchgange Platz gestattete. Die Form für die Erstreckung des Conglomerates hat auch nicht die Eigenschaften eines Lagers, indem sie jenen Räumen gleicht, in welchen Augit und Feldspath abwechselnd vorherrschen, und somit gleichfalls als eine regellos begränzte Sphäre innerhalb des Porphyrgebirges anzusehen ist. Demnach ist kein zureichender Grund vorhanden, die conglomeratähnliche Masse unter den Porphyr einschließend zu denken.

Ein sichereres Resultat rücksichtlich der Aufeinanderfolge der Massen läßt sich von einer in nördlicher Richtung, aufwärts nach dem Gehöft *Goußen* fortgesetzten Untersuchung erwarten, wo man sogleich ein höheres Niveau gewinnt, und die Conglomeratbildung wirklich unter einer Basaltmasse mit Augitkry stallen und Feldspathnadeln verschwinden sieht. Noch etwas höher aufwärts begegnet man einer Bildung, die an Sandstein erinnert; ihre Farbe schwankt zwischen röthlichbraun, ziegelroth und fleischroth; bald gleicht sie Hornstein, bald ist sie fast erdig im Bruche; schwache Streifungen deuten auf eine Parallelstructur, deren Ebene gleichförmig mit den Sandsteinschichten am Fjorde einschiefert. — Aber auch diese Bildung ist weder scharf noch regelmäfsig vom Porphyr abge sondert; in ihrer Nähe verändert sich die basaltische Hauptmasse nach einer Richtung, deren Extrem an andern Orten rother Eisenthon ist, in welcher sie sich

aber hier dem Repräsentanten des Sandsteines assimiliert, ehe jenes Extrem erreicht ist.

Unglücklicherweise gestatteten die Verknüpfungen der verschiedenen Massen vom Seespiegel aufwärts bis *Goufen* keine andere, als eine ideale bildliche Darstellung. Eine solche findet sich tab. I fig. 2; *A* ist ein Enface, so wie es vermuthlich in einer Verticalebene durch die Streichlinie des Sandsteines zum Vorschein kommen würde, *B* ein Schnitt in der Vertikalebene des Fallens rechtwinklig auf *A* in der Linie *ab*, *C* einer dergleichen, rechtwinklig auf *A* in der Linie *cd*. Die kleinen spitzen Winkel bezeichnen den Feldspath, die stumpfen den Augit; das Uebrige wird aus dem Vorhergehenden verständlich seyn.

Ein gegen Norden heraustretendes Vorgebirge, Namens *Muulaasen*, bildet eine Bucht, nach welcher hin der Sandstein mit unverändertem Einschiefsen fortsetzt; im *Muulaasen* selbst herrschen dagegen dieselben mit Augitkrystallen und Feldspathnadeln erfüllten Basaltmassen, wie unmittelbar bei *Holmestrand*. Die über die Sandsteinzone aufragende, ununterbrochen fortgesetzte Reihe von Abstürzen verliert sich zwischen den Gehöften *Reggestad* und *Snekkestad* in unregelmässige Bergformen; die Abstürze nehmen eine ganz unerwartete Richtung nach NO und verbinden sich mit jenem Vorgebirge. So geschieht es denn, daß der Sandstein in der erwähnten Bucht den Porphyr nicht nur auf der Seite trifft, nach welcher sich die Schichten einsenken, sondern auch auf der andern Seite, nach welcher sich die Schichten aufrichten.

Wofern nun in dieser letzteren Richtung ein bestimmter Contact zwischen dem Sandsteine und Por-

phyr Statt finden, und der Sandstein dabei seine regelmäßige Parallelstructur behaupten sollte, so lassen sich die möglichen Lagerungsverhältnisse nur auf folgende drei zurückführen:

1) Der Sandstein bildet die Basis des Porphyrs, und berührt denselben entweder mit der Oberfläche einer einzigen Schicht, oder mit dem Ausgehenden mehrerer Schichten.

2) Der Contact zwischen Porphyr und dem Ausgehenden der Sandsteinschichten findet in einer gegen den Horizont so stark geneigten Fläche Statt, daß die Supraposition in eine Juxtaposition übergeht.

3) Wenn diese Contact-Fläche — welche wir nicht nothwendig als eine Ebene, sondern nur als die summarische Lage aller Contact-Puncte zu denken haben, — aus der verticalen Lage in eine mehr und mehr, jedoch nach entgegengesetzter Richtung geneigte Lage übergehen sollte, so begreift man die Möglichkeit des dritten Falles, daß sich *Muulaasens* Porphyrmassen mit jenen auf der Westseite der Bucht sogar *unter* dem Sandsteine vereinigen; wonach der Porphyr als Unterlage des Sandsteines und dieser als eine keilförmige Masse zwischen dem Vorgebirge und den Massen der westlichen Abstürze zu betrachten seyn würde.

Welches von diesen Verhältnissen ist nun das wirkliche? Welche Beziehung haben die basaltischen Gesteine des *Muulaasen* zu den gegen sie aufschießenden Sandsteinschichten? Die unmittelbaren Berührungspuncte lassen sich wegen Bedeckungen von Vegetation und Geröll nicht wohl beobachten; allein ganz nahe beim Porphyr finden sich die Sandstein-

Schichten häufig entblößt. Man bemerkt, daß sie noch in aller Hinsicht unverändert sind, und daß die Porphyrmasse in solcher Steilheit und zu solcher Höhe aufragt, daß man den Sandstein sehr wohl unter ihr fortsetzend denken kann. Ist dies wirklich der Fall, so müßte er, wofern der Contact in der Oberfläche der obersten Schicht Statt fände, unter der Porphyrmasse in Osten wieder zum Vorschein kommen. Allein dies geschieht nicht. Auf der Ostseite des Berges sieht man keine Spur von Sandstein, sondern nur basaltische Gebilde, an welche sich einige Spuren des conglomeratartigen Gesteines und etwas Mandelstein anschließen.

Auf der Karte im Punkte *b* ist eine Klippe, welche uns das Profil tab. I fig. 5 entblößt, dessen Fläche gehörig nach Westen verlängert in die Verticalebene des Einschießens der Sandsteinschichten fallen würde. Die ganze Klippe ist basaltisch, jedoch mit bedeutenden Varietäten, welche sich entweder in einander verlaufen, oder innerhalb gang- und lagerartiger Formen scharf von einander absondern. Die Masse dieser letzteren ist graulich schwarz, dicht, sehr fest, mit feinen Feldspathnadeln erfüllt, zwischen denen einzelne kleine Augitkrystalle erscheinen. Die Hauptmasse, welche von jener durchsetzt wird, ist aschgrau, uneben, von kleinem Korn, und strotzt theils von großen Augitkrystallen, theils von Kalkspath-Mandeln und Körnern. Obgleich die lagerartigen Massen nur eine geringe Ausdehnung und wenig Regelmäßigkeit zeigen, so darf doch der Umstand nicht übersehen werden, daß sie im Ganzen eine den Sandsteinschichten parallele Lage haben; wie denn auch

bemerkt werden muß, daß die ganze Ostseite des *Muulaasen* eine Tendenz zu einer mit dem herrschenden Einschießen des Sandsteines übereinstimmenden Absonderung seiner Masse verräth.

Allein diese Tendenz äußert sich noch weit merklicher auf der Nordseite des Vorgebirges, wo die Felsenwand lothrecht in den Fjord abstürzt, und ein Profil aufweist, von welchem tab. I fig. 4 einen Theil darstellt. *a* ist basaltische Masse mit Mäandeln, Kugeln und Körnern von Kalk, zwischen denen kleine Krystalle von Feldspath und Augit in sehr schwankendem Verhältniß vorkommen; *b* eine lagerartige, bräunlichrothe, im Bruche fast erdige Masse, welche jener bei *Goußen* zu oberst auf den Porphyr folgenden Bildung gleicht; ihr höchstes Ausgehende scheint nicht aus dem Porphyr-Mandelstein hervorzutreten; *c* eine der vorigen sehr ähnliche, aber mit kleinen Feldspathkrystallen erfüllte lagerartige Masse, deren höchstes Ausgehende sich in den Porphyr-Mandelstein verläuft; *d* scheint gleichfalls eine lagerartige Masse zu seyn, deren Liegendes unter dem Fjordspiegel verborgen ist; sie gleicht den Vorhergehenden, ist jedoch etwas gröber und weniger consistent; sie schließt hier und da Kalkspathmandeln ein, wird aber ganz vorzüglich merkwürdig durch die Neigung zu schaligen und nierenförmigen Absonderungen in der Nähe des Hangenden, welche bei vollkommenerer Entwicklung wahrscheinlich jene conglomeratartige Structur hervorrufen würde.

Alle diese Massen, in welchen der basaltische Charakter mehr oder weniger verdrängt ist, schließen sich entweder unmittelbar oder vermittelt

mancherlei Uebergänge an die Porphyre und Mandelsteine an. — Aber sie verrathen auch noch einen anderweitigen Zusammenhang. Die Lager, welche sie bilden, haben eine so vollkommen übereinstimmende Lage mit den Sandsteinschichten, daß sie in sofern recht wohl als eine Fortsetzung derselben angesehen werden könnten. Wenn es nun nicht ungewöhnlich ist, daß aus dem Sandsteine Uebergänge in diese, zwischen Thonstein, Eilenthon und Hornstein schwankenden und mit den basaltischen Gesteinen verknüpften Gebilde Statt finden, so ist nichts wahrscheinlicher, als daß die Lager *b* und *d*, und folglich auch *c* wirklich von Sandsteinschichten herkommen, welche, weil sie so weit aus ihrem eigenen Gebiete heraus in das des Porphyr-Mandelsteines dringen, die wesentlichen Züge ihres ursprünglichen Charakters mit einem andern, die umgebenden Massen beherrschenden Typus vertauschen mußten. Ist dieß richtig, so haben wir den Schlüssel zur Erklärung der zwischen dem Sandsteine und den basaltischen Massen des *Muulåsen* obwaltenden Verhältnisse gefunden. Man vergleiche zu dem Ende das imaginäre Profil tab. I fig. 5; der unter dem Porphyr und Mandelstein so häufig zum Vorschein kommende Sandstein *a* muß allerdings, wenigstens zum großen Theil, als die Unterlage des letzteren *b* angesehen werden; den Erscheinungen an *Muulåsens* Nordseite zufolge steigt er aber auch zugleich in die basaltischen Massen auf, um sich mit ihnen zu verschmelzen.

Hinsichtlich der Bedeutung des conglomeratähnlichen Gebildes verdient eine Erscheinung in der Nähe des Hofes *Snekkestad* erwähnt zu werden. Der Berg-

abhängt in einer fast vertikalen, von N nach S streichenden Fläche entblößt, auf welcher sich ein Enface darstellt, welches tab. I fig. 6 abgebildet ist. *a* Nadelporphyr mit aschgrauer basaltischer Hauptmasse, die auch Kalkmandeln von verschiedener Größe und Gestalt aufnimmt; *b* eine lagerartige Masse, bräunlich-roth, feinerdig, mit etwas Anlage zum Schieferigen, halbhart, voll feiner Feldspathnadeln; sie fällt vom Beobachter weg etwa unter 30° bis 40° ; *c* eine quer durchbrochene Kugel, deren äußere Masse eine Neigung zu concentrischer Absonderung zeigt, aber sonst ganz einerlei mit *b* ist, während nach dem Mittelpuncte hin ein Uebergang in Nadelporphyr Statt findet, dessen Feldspathkrystalle jedoch nicht die Länge erreichen wie in *a*, und dessen Hauptmasse dichter und dunkler ist. Die Lage der Nadeln steht in einem sehr auffallenden Zusammenhange mit der Ausdehnung des Lagers und mit den Umrissen der sphäroidischen Bildung.

Der *Vägaasen* zwischen *Fribergsviig* und *Falkensteen* ist ein Berg von ungefähr 150 Metres Höhe über dem Fjordspiegel, dessen steilster Abhang nach Norden gerichtet ist und in der Neigungslinie der Sandsteinschichten streicht. Befindet man sich auf dem Fjorde vor diesem Abhang, so bemerkt man schon von weitem eine lagerartige Absonderung seiner Massen. Der Punct *c* auf der petrographischen Karte bezeichnet die Stelle, wo sich ein Theil des Profils von *Vägaasen* so präsentirt, wie in Fig. 7 tab. I. *a* ist Sandstein in dünnen, 30° in hor. 3. SVV einschließenden Schichten; *b* lose Steinblöcke, welche die Beobachtung des unmittelbaren Contactes zwischen dem

Sandsteine und der aufliegenden Masse verhindern; *c*, *d*, und *e* sind mächtige Lager, die nicht sowohl durch die specifische Verschiedenheit ihrer Massen, als durch starke Absonderungsklüfte als solche bezeichnet sind. Allerdings zeigt auch die Gesteinsmasse bedeutende Differenzen; allein die Verbreitung derselben ist nur zum Theil mit der räumlichen Absonderung in Uebereinstimmung, indem gleichartige Massen in verschiedenen, und ungleichartige, jedoch stets in einander übergehende Massen in denselben Lagern auftreten. Alle Varietäten sind mit Porphyr und Mandelstein verwandt, aber der in der Regel herrschende basaltische Typus ist bedeutend zurückgedrängt, obgleich der Augit selten fehlt, der hier in schwarzen, oft sehr vollkommenen Kry stallen erscheint. Er findet sich bald in einer dunkel schwärzlichgrauen, im Bruche unebenen Hauptmasse, die etwas leichter als Basalt, und wahrscheinlich größtentheils aus schwarzer Hornblende zusammengesetzt ist, bald in einem grünlichgrauen dichten Gebilde, das bei aller seiner Verschiedenheit von Perlstein und Pechstein doch die Vorstellung einer gewissen Verwandtschaft mit diesen Gesteinen erweckt. In der schwärzlichgrauen Masse kommen außer dem Augit auch Kalkspathkörner, Drusen von Bergkry stall, kleine Chalcedonkugeln und aus Chalcedon, Amethyst und Quarz gebildete Agatmandeln vor.

Derfelbe Sandstein, welcher *Vägaafens* Profil angehört, setzt gegen Osten bis zu einer kleinen Landspitze fort, (*d* auf der Karte) welche *Valnästangen* genannt wird, und tab. I fig. 8 A im Grundriss dargestellt ist. Der Sandstein *a* fällt 30° in hor. 4. SW.

Die Massen *b* bestehen insgesamt aus Basalt mit großen, dicht aneinander gedrängten Augitkrystallen, der aber nirgends eine regelmäßige Absonderung oder Säulenstructur wahrnehmen läßt. — *B, C, D, E* stellen gerade so viel von den verticalen Schnitten durch *cd, ef, eg* und *hi* dar, als sich an Ort und Stelle dem Auge jedes Beobachters unverhüllt darstellt. Man sieht, daß eine und dieselbe, vollkommen stetige Masse zugleich über und unter dem Sandsteine liegt, während sie die Schichten desselben in einer verticalen Fläche abschneidet. Im Allgemeinen bemerkt man keine Veränderung weder am Sandsteine noch am Basalte, da wo sie einander berühren; nur in einigen Contact-Puncten erscheinen die Quarzkörner des ersteren inniger verbunden, so daß der thonige Gemengtheil fast ganz verschwindet. Die Parallelstructur ist nicht im entferntesten verrückt, sondern eben so regelmäßig, und die Schichtungsklüfte eben so wenig gebogen und geknickt in der Nähe des Basaltes, als in der größten Entfernung von ihm.

Der Sandstein wird von einem Gange *k* durchsetzt, welcher 80° in hor. 8,6 SO einschiefert, eine ungleiche Mächtigkeit von 3 bis 5 Decimetres hat, und 1 bis $1\frac{1}{2}$ Metre über den Sandstein hervorragt, mit welchem er in einer scharfen Begränzungsfläche in Berührung kommt. Die Gangmasse besteht bald aus einem körnig-abgefonderten, graulichen oder röthlichen Quarz, bald aus genau in einander gefügten scharfkantigen Porphyrstücken, welche ohne alles Bindemittel zu einer Art Conglomerat verbunden sind. In seinem Streichen nach SVV wird dieser Gang gerade da, wo man wichtige Aufschlüsse erwarten könn-

te, von Vegetation und Dammerde bedeckt; denn ausser Basalt stehen an dieser Stelle einige sandsteinähnliche Kieselmassen an, welche von dem herrschenden Sandsteine sehr verschieden zu seyn scheinen.

Die aufsteigenden Enden der Sandsteinschichten, welche unter dem östlichen Fusse des *Väganfen* hervortreten, sind gegen *Löröe* gekehrt. Dort findet man ein aus bräunlich-rothem Eisenthon und Augitkry stallen bestehendes basaltartiges Gestein, in welchem die letzteren Kry stallen so groß und gedrängt auftreten, daß sie fast die halbe Masse ausmachen; sie sind olivengrün, aber gewöhnlich nach außen dunkelröthlichbraun, was von der sie umgebenden Eisenthonmasse herzurühren scheint. Auch Kalkspath findet sich nicht selten ein, doch häufiger unter der Form von Trümmern, als von Mandeln.

Auf der Karte findet man die Höfe *Engnäs*, *Smörsten* und *Braaten*; sie liegen auf einem etwa 2000 Metres langen Landstrich, von welchem Fig. 1 tab. II einen speciellen Grundriss darstellt. Das äußere, daselbst nicht ausgedrückte Relief, läßt sich aus den beifolgenden Profilen abnehmen, welche auch einiges Licht über die innere Beschaffenheit des Felsenbaues gewähren werden:

1. Das Profil *A* (Fig. 1 u. 2) in der Vertikalebene des Fallens.

a) Sandstein, in Parallelmassen abgesondert, die meist über ein Decimeter mächtig sind. Er besteht aus grauen, feinen Quarzkörnern, welche so dicht zusammengedrängt sind, daß der thonige Gemengtheil nicht selten dem bloßen Auge unsichtbar wird, ja zum Theil wirklich verschwindet, indem einige Schichten

die körnige Structur mit dichter von splittrigem Bruche vertauschen.

b) ein 8 bis 9 Decimeter mächtiges Lager von röthlichgrauem, splittrigem Quarz-Feldstein.

c) Porphyr mit eingesprengten krystallinischen Quarzkörnern und einzelnen Feldspathkrystallen; und einer Hauptmasse, welche sich nur durch eine mehr fleischrothe Farbe von dem Quarz-Feldstein unter Δ unterscheidet.

d) Porphyr von dunkelashgrauer, feinkörnigen bis dichter, sehr fester Hauptmasse mit eingesprengten Feldspathkrystallen; er läuft gangartig mit einer Mächtigkeit von 4 bis 5 Decimeter zwischen dem rothen Porphyr und dem Sandstein hin — fast wie ein Befleg. Bald ist er so scharf vom Nebengesteine getrennt, daß sogar eine Absonderungskluft die Begränzungsfläche bezeichnet, bald verfließt er mit demselben in raschem Uebergange, so namentlich recht auffallend mit dem rothen Porphyr und der Lagermasse von b.

Wie der Porphyr c gegen Osten begränzt ist, läßt sich nicht beobachten, da sich dorthin das Profil in das Meer senkt, und weiter südlich Gneus, Dammerde und Vegetation dasselbe bis zu seinem steileren Abfall bedecken. Jedoch erscheinen nicht weit von diesem letzteren Sandsteinschichten unter dem Schutze, die im Ganzen jenen in α gleichen, nur daß sie Glimmer enthalten, dessen silberweiße, nicht zusammenhängende Lamellen am häufigsten auf den Ablösungsflächen der Parallelmassen vorkommen. Die westliche Gränze des Porphyrs ist ungefähr mitten zwischen der Linie des Profiles an der Küste und dem Postwege (α Fig. 1) entblößt; sie erscheint ziemlich

geradfortlaufend, schneidet die Streichungslinien des Sandsteines unter einem sehr spitzen Winkel, und wird in ihrem halben Verlauf durch den Porphyr *d* bezeichnet, der sich dort noch eben so verhält, wie im Profile selbst, jedoch so, daß beide Porphyre senkrecht in den Sandstein fortzusetzen scheinen. Sowohl hier als überall innerhalb der Gränzen des Grundrisses ist das normale Einschneiden 30° in hor. 4 SVV; eine Regel, von welcher nur unbedeutende Abweichungen Statt finden.

2. Das Profil *B* (Fig. 1 u. 5) in der Verticalebene des Fallens.

Der Sandstein in *A* setzt ununterbrochen fort bis *B*, wo er in *a* als grobsplittriger Quarz in mächtigen Parallelmassen auftritt. Weiter aufwärts nach *b* kommt die körnige Structur wieder zum Vorschein; zugleich mit ihr erscheinen Punkte von Thonmasse, so wie einzelne, weisse, feine Glimmerblättchen. Von *b* aufwärts bis zu der lothrechten Felswand *c* steht kein Gestein zu Tage an, indem alles mit losen Blöcken des basaltischen Porphyres und Mandelsteines bedeckt ist, welche beide die eben erwähnte senkrechte Felsenmasse constituiren. Augit scheint hier weniger häufig als gewöhnlich; auch findet sich keine Spur von Lagerstructur in der Felsenwand; die vorhandenen Ablösungen haben im Allgemeinen eine verticale Richtung, scheinen aber übrigens an keine besondere Regel gebunden.

3. Die Profile *C* und *D* (Fig. 1, 4 u. 5) in der Verticalebene des Fallens.

a) Bedeckung von Gneus, Dammerde und Vegetation. b) Schmutziggelber oft mürber Sandstein. c) Porphyr, ganz und gar wie der rothe mit Quarz.

körnern in *A*. Darauf Blöcke und endlich anstehende Felsenmassen von *d*) Porphyr und Mandelstein. Der Felsboden zwischen *A* und *C* ist größtentheils unter Schutt verborgen, so daß der rothe Porphyr nicht unmittelbar von einem Punkte bis zum andern verfolgt werden kann; allein es ist kein Grund vorhanden, seinen ununterbrochenen Zusammenhang zu bezweifeln, selbst dann nicht, wenn man überall zunächst unter der obersten Schuttbedeckung auf Sandstein treffen sollte. Wir sehen also in diesen Profilen, was uns in *A* noch verdeckt war, nämlich die östliche Begrenzung des Porphyrs. Letztere schneidet die Sandsteinschichten in einer Fläche ab, die ungefähr 80° in hor. 5. NO einschiefert, und einen unmittelbaren Contact vermittelt. Die Berührungsfläche erscheint in einigen Punkten zugleich als Ablösungsfläche, in der Regel aber ist der Sandstein sehr fest mit dem Porphyr verbunden, und sein Structur-Parallelismus bis da, wo er abgeschnitten erscheint, vollkommen erhalten. Die Verhältnisse zwischen dem Porphyr und Sandstein auf der andern Seite lassen sich nicht angeben; vielleicht sind es dieselben wie in *A*.

Schon in *D* ist der Porphyr weit mehr versteckt als in *C*; der Sandstein steigt höher und höher neben ihm auf, oder — was vielleicht richtiger gesagt ist — erscheint weniger weggerissen. Indessen leuchtet noch einmal die rothe Masse hervor, bevor man *Smörsteen* erreicht. Dann aber treten die basaltischen Porphyre aus ihrer Linie, und steigen bis zum Fjord hinab. Ob sie zunächst bei *Smörsteen* nur eine solche Bedeckung über dem rothen Porphyr und Sandstein bilden, daß diese unverändert mit einander darunter fortsetzen, läßt sich zwar vermuthen, aber nicht mit Sicherheit

entscheiden. Weiterhin aber, etwa auf dem halben Wege nach *Huusdalen*, ist es völlig gewiss, daß die Combinationsverhältnisse der drei zusammenstoßenden Massen ganz anders beurtheilt werden müssen. Die basaltischen Porphyre, unter welche der Sandstein in vielen 1000 Metres Erstreckung wie ein Liegendes unter ein Lager einschielst, dringen hier in denselben Sandstein unter der Form eines leigeren Ganges abwärts, dessen Streichungslinie ungefähr rechtwinklig auf der so constanten Richtung des Einschießens der Sandsteinschichten ist. So erscheint das Verhältniß wenigstens an dem Puncte, wo es sichtbar zu Tage tritt (in *EF* auf dem Grundrisse).

4. Das entsprechende Profil *EF* Fig. 6 hat die Linie der Strandkante zur Basis, so daß die Sandsteinschichten vom Fjorde aus en face erscheinen, und beinahe in der Richtung ihres Streichens durchschnitten sind. Der Porphyr in *a* gleicht vollkommen dem Besteg-Porphyr in *A*. In *b* sieht man ihn wiederum, sowohl seine Hauptmasse als die darin eingesprengten Feldspathkrystalle von bleichgelber Farbe. Wegen einer sehr niedrig liegenden, und daher nicht selten von der See bespülten Grusbedeckung läßt sich der Zusammenhang zwischen *a* und *b* nicht wahrnehmen, und höher auf verhindern ein Chaos von Trümerblöcken, so wie die Mauern der Poststraße jede Beobachtung. In *c* erscheint Sandstein mit vollkommen geraden, unverrückten und unveränderten Parallelmassen, die scharf vom Porphyr abgefordert sind. Es scheint, als ob dieser letztere sehr bald an Breite zuzunehmen beginnt, während er sich vom Fjorde entfernt. Die oben erwähnten Hindernisse

gestatten keine Beobachtung darüber, auf welche Art er aus dem gangartigen Raume heraustritt, und einen Gang und ein Aufliegendes zugleich bildet, so wie man auch nicht die Verhältnisse bemerken kann, unter welchen die Varietäten *a* und *b* mit dem Augitporphyre zusammenhängen.

Braaten liegt auf einer Terrasse, die sich vielleicht etwas über 50 Metres über dem Fjordspiegel erhebt, und deren Absturz größtentheils von einer parallel mit dem Strande, mitten zwischen *Braaten* und *Huusal* hinlaufenden, steilen und nackten Felswand gebildet wird. Hier tritt wieder der rothe Porphyr auf, im starken Contraste gegen den dunkeln basaltischen Porphyr, mit welchem er hier zusammentrifft. Ihr gegenseitiges Lagerungsverhältniß zeigt sich am besten von einem Standpunkte, wo die ganze entblößte Felswand mit einem Blicke übersehen werden kann, z. B. unten am Wege oder auch am Fjorde. Da sieht man denn, daß der rothe Porphyr von dem basaltischen wie von einer Schale bedeckt, und nur deshalb sichtbar wird, weil die Schale zum Theil weggerissen ist. Wo sich die zusammenhängende Masse der Schale, welche bis von den mit *D* und *F* bezeichneten Punkten des Grundrisses her fortgesetzt ist, unterbrochen zeigt, da hängen noch einzelne übriggebliebene Stücke derselben an dem Kerne (wenn ich mich so ausdrücken darf) fest, oder sie sind auch abgelöst und lehnen sich nur daran. Fig. 7 Taf. II ist ein Theil der Felswand vom Wege aus gesehen; *a* der rothe, *b* und *c* der basaltische Porphyr, und namentlich *c* ein loses rückständiges Stück des letzteren. Die übrigen speciellen Umstände wollen wir in

5. *G* Fig. 8 tab. II betrachten, welches ein Profil der in Fig. 7 en face gesehenen Felswand darstellt; *a* ist das daselbst mit *c* bezeichnete Stück Basaltporphyr. Es ist 3 Metres dick, enthält in seiner dichten, dunkelgrauen Hauptmasse kleine Augit- und Feldspathkrystalle, und wird durch eine offene, über 1 Decimeter mächtige Kluft von *b*, einer gangartigen Masse getrennt, die ein ganz analoges Vorkommen mit dem Besteg-Porphyr in *A* zeigt, mit welchem sie auch in ihren inneren Eigenschaften übereinstimmt. Von dem losen Stück Basalt-Porphyr, welches im eigentlichen Sinne des Wortes das Hangende dieser Masse genannt werden kann, scheint sie nur durch größere Feldspathkrystalle und durch die Abwesenheit des Augites unterschieden zu seyn. Sie hat eine Mächtigkeit von 3 bis 4 Decimeter, und ist im Liegenden von dem rothen Porphyr *c* theils scharf getrennt, theils allmählig in denselben übergehend. Allein ungeachtet der so innigen Verbindung mit diesem letzteren, richtet sich die Bestegmasse mit den noch rückständigen Theilen ihrer Erstreckung sowohl seitwärts als aufwärts ganz und gar nach dem anlehnenden Porphyrstücke.

Im Punkte *d*, ungefähr im Niveau von *Braaten*, finden sich die drei Massen wiederum in einer solchen Lage beisammen, wie sie das Profil zeigt. Hier aber scheint das Besteg nicht sowohl ein trennendes, als ein verbindendes Glied zu bilden, indem die markirten Gränzen verschwunden sind, und sowohl in das Hangende als in das Liegende Uebergänge Statt finden, die zum Theil so vollkommen sind, daß die Differenz zwischen dem unten liegenden rothen, und dem oben

liegenden basaltischen Porphyr successiv aufgehoben wird, ohne daß der an andern Orten constant zwischen beiden auftretende dritte Porphyr als ein eigenthümliches Glied der Combination zu erkennen wäre.

Denkt man das abgelöste Stück *a* ununterbrochen nach *d* fortsetzend, so erhält man ein Profil, wie es zum Vorschein kommen würde, wenn die Felswand in einer mit *G* parallelen Verticalebene durch *c* Fig. 7 geschnitten wird.

Der basaltische Porphyr in *d* Fig. 8 setzt über die Terrasse von *Braaten* fort, indem er sich zugleich mit dieser nach SVV senkt; aber bald tritt er wieder in seiner gewöhnlichen Richtung und Höhe auf. Um den Punct *e* ist die Basaltmasse in einer nicht unbedeutenden Erstreckung mit verschiedentlich geformten, mehr oder weniger scharfkantigen Stücken von Nadelporphyr erfüllt; ein Verhältniß, welches dem Vorkommen des conglomeratähnlichen Gesteines südlich von *Holmestrand* zu entsprechen scheint. — Hinsichtlich der vermuthlichen weiteren Erstreckung des rothen Porphyrs nach SO sind keine Beobachtungen vorhanden; das Gehänge beginnt über *Huusdalen* minder steil zu werden, und ist mit dichtem Walde bedeckt.

Im Innersten des *Sandefjordes* findet man auf der Karte das Gehöft *Holm*. Hier tritt der Felsengrund mit einer über den Sandsteinschichten einschließenden Masse hervor, deren quer durchbrochene Ausgehende beständig nach Osten gerichtet, und in einer bedeutenden Erstreckung ziemlich in der Nord-Süd-Linie zu verfolgen sind. Solchergestalt läuft diese Fels-

wand parallel mit der hohen basaltischen Felswand in Westen, von welcher sie, wenigstens ihren äußern Verhältnissen nach, ein Miniaturbild darzustellen scheint. Fig. 9 tab. II zeigt dieselbe im Profile, so wie sie zwischen *Holm* und dem Postwege ansteht; sie besteht aus einer Art Grünstein, dessen grünlichgraue, dichte Quarz-Feldstein-Masse Hornblendkrystalle eingeprengt hält, *b* ist Sandstein, der 50° — 40° in hor. 6. W. einschiefert, und durch eine scharf markirte, mit seiner Structurebene parallele Auflagerungsfläche vom Grünstein getrennt ist. Dieser Grünstein wird wiederum von Sandstein bedeckt, wie man ungefähr 150 Metres weiter nach Süden bemerkt; die Auflagerungsfläche ist daselbst etwas uneben und bucklig, so daß die nächstfolgende sehr ebene Structurfläche im Sandsteine mehr oder weniger vollkommene Kugelsegmente abschneidet, deren Convexität den Concavitäten des Grünsteinporphyres entspricht. Jedoch ist es nur dieser Umstand, welcher die Ansicht von einem lagerförmigen Vorkommen des Porphyres modificiren könnte, denn im Ganzen richtet sich auch die Auflagerungsfläche im Hangenden nach der herrschenden Lagerung des Sandsteines.

Es liegen mehrere dergleichen Lager im Sandsteine, bevor die große Porphyrmasse erscheint, und es lassen sich nicht ohne Grund unter der mächtigen Bedeckung von Schutt noch mehrere als die vermuthen, welche wirklich sichtbar sind. Man vergleiche Fig. 10 tab. II, welche ein Profil vom Fjorde bis zur westlichen Einfassung des Thales in der Linie *fe* der Karte darstellt. — Wiewohl der porphyrartige Grünstein in *a* und *b* von den basaltischen Porphyren und Mandel-

steinen in c sehr verschieden scheinen könnte, so sind doch die Winke nicht aus den Augen zu verlieren, welche in den Lagerungsverhältnissen des Grünsteines gegeben sind.

In der Nähe von *Ramberg* und abwärts nach *Holmestrand* zeigt die basaltische Felswand große Mannichfaltigkeit. Ganz ohne Regel tritt bald Nadelporphyr, bald Basalt mit Augit, bald Mandelstein mit Drusen von Kalkspath und Bergkrystall auf; bald sind einige, bald alle Varietäten in einem und demselben Stücke vereinigt. Das durch sphäroidische und ellipsoidische Stücke von Porphyr und Mandelstein conglomeratähnliche Gestein schließt sich unter gleichen Verhältnissen an die vorigen Massen an. Unter seinen Kugeln kommen einzelne vor, in welchen die Feldspathnadeln ein concentrisch kreisförmiges, und namentlich mit der Oberfläche derselben übereinstimmendes Arrangement beobachten.

Allein nicht alle diese Kugeln sind Porphyr oder Mandelstein; manche bestehen aus dem bräunlich-rothen Thonsteine, welcher oft die Hauptmasse der *nicht* basaltischen Porphyre und Mandelsteine bildet, und zugleich an den mit Augiten erfüllten Eifenthon von *Löröe* erinnert. Dieser Thonstein hat einige Anlage zum Schieferigen und zeigt in mehreren Kugeln concentrische Streifen und Farbennüancen, die mit der Oberfläche derselben übereinstimmen; — ein merkwürdiger Umstand, der ein Seitenstück zu der Concentricität der Feldspathnadeln in den Porphyrellipsoiden abgiebt. Hin und wieder bildet der Thonstein auch die Zwischenmasse der Ellipsoide, und verläuft sich durch Uebergänge in die basaltischen Gebilde.

Auf der andern Seite findet man aber auch einen Uebergang in den Sandstein, wie wir ihn schon bei Gelegenheit des *Muulaasen* besprochen. Das, was auf einen solchen Uebergang vorzüglich aufmerksam macht, sind gewisse Lager von einigen Centimetres Mächtigkeit oben in der Basaltwand, die eben so einschliessen, wie die Sandsteinschichten, und mit dem Lager *b* Tab. I Fig. 4 in der vordern Seite des *Muulaasen* identisch zu seyn scheinen. Vom Postwege aus kann man ein dergleichen Lager in der Nähe von *Ramberg* beobachten; ein andres findet sich in der sogenannten *Nordre Klev* bei *Holmestrand*, wo es en face hervortritt, und sich nach Norden auskeilt. Das erstere lässt sich im Profile wahrnehmen, wenn man einige Metres vom Wege aufwärts steigt; grosse herabgestürzte Blöcke schliessen Theile desselben ein. Die Masse ist dunkel und schmutzig fleischroth, dem Bräunlichrothen sehr genähert; matt, ausgenommen in gewissen Lagen, bei welchen schimmernde Flecke sichtbar werden, die, bis auf die Intensität des Glanzes, denen ganz ähnlich sind, welche in einigen kalkhaltigen Eisenerzen beobachtet werden, wenn die Spathform des Kalkes sich bei einer starken Imprägnation mit Magneteisentheilen hervorarbeitet. Der Bruch ist nichts desto weniger uneben, und anscheinend eher erdig und zum Theil dicksplittrig, als blättrig; im Grossen Anlage zum Schieferigen; die Härte ungefähr dieselbe wie beim Eisenthon. Diese Masse hat eine auffallende Aehnlichkeit mit jener bei *Goußen*, die in Hornstein übergeht; dasselbe ist auch hier der Fall, und giebt Anlaß, die schimmernden Flecke als das Resultat einer Tendenz zur Feldspath-

bildung anzusehen. Der Uebergang in Hornstein geschieht jedoch nicht sowohl in den Lagern selbst, als vielmehr in gangartigen, mit ihnen unmittelbar zusammenhängenden Ausläufern, welche sich an manchen Stellen in solcher Menge vorfinden, und sich in solchen Richtungen erweitern und verschmälern, daß die Conglomeratform in der Combination der Basaltgebilde mit dem Thonhornsteine zum Vorscheine kommt. Hier geht eigentlich der Hornstein wiederum in Thonstein über; dabei geschieht es oft, daß der letztere von seinem Uebergange noch etwas reinen Kiesel in der Gestalt von Quarzkörnern übrig behält, während er zugleich weisse Glimmerblättchen aufnimmt. Dann sieht man einen rothen Sandsteinschiefer, welcher endlich bis in den grauen oder schmutziggelben gewöhnlichen Sandstein verfolgt werden kann.

Wenn der Sandstein unter die große basaltische Porphyry- und Mandelstein-Masse einschiefst und dieselbe unmittelbar berührt, so dürfte es wohl meistens in der Form eines rothen Sandsteinschiefers geschehen, wie es hier zwischen *Holmestrand* und *Ramberg* der Fall ist. Wie im *Muulaasen* beobachtet man auch hier die Knoten und Concentrationen, welche mit der Bildung des conglomeratartigen Gesteines in Verbindung zu stehen scheinen.

Dieser ganze Complex von Thatfachen lehrt, daß der Basalt, die Porphyre, der Mandelstein und die conglomeratartigen Gebilde in einer unzertrennlichen Gemeinschaft eine Gebirgsmasse bilden, die in der Liste der Hauptglieder des Norwegischen Felsenbaues als ein einziges Glied aufgeführt werden muß. Er belehrt uns zugleich über den Conflict dieser Masse

mit dem Sandsteine, und in wie fern man sagen kann, daß dieser letztere jener zur Basis diene und sie unterteufe, oder nicht.

Kalk kommt nur sehr sparsam innerhalb des bisher betrachteten Gebietes vor. Wenn man den Kalkgehalt ausnimmt, welcher sich hier und da der Thonmasse zwischen den Quarzkörnern des Sandsteines beimengt, so findet er sich nur noch in denjenigen Gebilden, welche sich an den Basalt anschließen, und zwar gewöhnlich in der Form von Mandeln und Gangtrümmern. Seltener tritt der merkwürdige Fall ein, daß er, wenigstens dem Augenscheine nach, mit der dichten Basaltmasse verschmilzt, und folchergestalt ein Mittelglied zwischen den basaltischen und Kalk-Bildungen darstellt, welche doch von allen am wenigsten vereinbar zu seyn scheinen. Man beobachtet ein solches Verhältniß einige 100 Meter südlich vom Platze *Hverven*, auf der Gränze zwischen *Muulaasens* Porphyr und dem Sandsteine der von ihm landeinwärts gebildeten Bucht; (auf der Karte im Punkte *g*). Indem sich der Porphyr gegen die Sandsteinfläche herabsenkt, verschwinden allmählig die Augit- und Feldspath-Krystalle; die basaltische Grundmasse vertauscht ihre röthlichgraue Farbe mit einer blaulichgrauen; die Härte nimmt ab, und es bildet sich ein schwach schimmernder, im Bruche unebener oder flachmuschlicher Kieselkalk aus, dessen Pulver mit Säuren brauset; er führt Trümer und Gänge von Kalkspath und Chalcedon und tritt wahrscheinlich in unmittelbare Berührung mit den Sandsteinschichten. Wenn Kalk-

stein und nicht Sandstein an die basaltischen Gebilde stiesse, so könnte der in diesen letzteren vorhandene und gegen die Gränze so stark zunehmende Kalkgehalt eine Folge der Nachbarschaft scheinen; da aber das umgekehrte Verhältniß Statt findet, so hat diese Verbindung des Basaltes eher den Schein einer freien Wahl und Verwandtschaft als eines nothwendig bedingten Verhältnisses.

Als selbstständiges Gestein erscheint der Kalk auf den Inseln vor *Holmestrand*. Diese bestehen nämlich aus einem grauen Kalksteine, welcher bald krySTALLINISCH-körnig bald dicht im Bruche ist; am häufigsten kommt jedoch der aschgraue, schwachschimmernde von feinem Korne vor, aus welchem Uebergänge einerseits in graulichschwarzen, dichten, feinsplittrigen und flachmuschligen Kalkstein, andererseits in blaulichgrauen und gelblichgrauen, salinischen Marmor Statt finden. In einer dritten Richtung macht sich der eigenthümliche Geruch des Stinksteines kenntlich; während zugleich dessen braune Farbe in einer aschgrauen und rauchgrauen Färbung angedeutet ist; man sieht eine bituminöse Kalkstein-Varietät, von bald dichter, bald körniger, ja sogar grobkörniger Textur. Alle diese Varietäten des Kalksteines umschliessen einen seltenen Reichthum von Versteinerungen, namentlich der ältesten bekannten Thiergeschlechter, und wechseln mit einander in Lagern, die 20° bis 40° in SVV einschliessen.

Von fremdartigen Lagern kommen nur wenige im Kalksteine der Inseln vor. Der schwärzlichgraue dichte Kalk hält gern viel Thon, zu welchem sich oft ein so bedeutender Antheil Kiesel gesellt, daß das Ganze

nicht länger Kalkstein genannt werden kann. Es geschieht sogar, daß Lager dieser Art den Kalk aus ihrer Masse in dem Grade verdrängen, daß sich krystallinische Kiesel - Minerale und namentlich Hornblende und Feldspath in ihr ausscheiden; die Masse ist dann entweder von einer sehr feinkörnig - granitischen oder von einer porphyrartigen Structur, graulich-schwarz, grünlichgrau, und von einer solchen Beschaffenheit, daß sie in vielen Fällen dem Basalte gleicht. — Auf der Nordost-Seite von *Langöe* (Punct *h* auf der Karte) sieht man ein merkwürdiges Lager der hierher gehörigen Grünstein - Masse. Ungefähr $\frac{1}{2}$ Meter mächtig liegt es auf eine weite Strecke vollkommen parallel zwischen den Kalkschichten, bildet aber zuletzt ein Knie, setzt einige Meter weit schräg in das Liegende hinein, und wirft sich dann wieder in regelmäfsig parallele Lage, in welcher es auch wie früher, jedoch mit einer etwas verschmälerten Mächtigkeit fortsetzt. Da die Schichten in einem fast verticalen Enface hervortreten, so erhält dieses Lager im Durchschnitt die Form eines Z, dessen parallele Theile sehr verlängert und dessen Winkel gröfser als 90° gedacht werden müssen. Man könnte diese Grünsteinsmasse auch als ein Paar Lager darstellen, von welchen das eine von SO das andere diesem entgegen von NW her streicht, und welche, da sie nicht zwischen denselben Kalk - Parallelen gelegen sind, diese gangförmig durchsetzen müssen, um sich zu vereinigen.

Das Ueberraschende in einer solchen Erscheinung verschwindet zum Theil durch den Umstand, daß sich dieselben Massen, welche mehr oder weniger fremdartige Lager im Kalksteine bilden, nicht selten in den

wirklichen Gängen wieder erkennen lassen, die zumal außerordentlich häufig auf Langöe vorkommen. — Außer Kalkspathtrümmern und einzelnen Flußspath-Klüften trifft man nämlich grössere, mehrere Decimeter mächtige Gänge, welche seiger und in ganz verschiedenen Richtungen durch die Kalkschichten setzen. Ihre respectiven Massen differiren zwar gegenseitig bedeutend, lassen jedoch am öftersten Hornblende und Feldspath entweder als deutlich ausgeschiedene Krystalle, oder als eine mehr in das Dichte versunkene Masse erkennen. Die mächtigsten pflegen auch die meist krystallinischen zu seyn. Fig. 11 tab. III ist ein Grund- und Seiger-Riss von vier dergleichen Gängen, von welchen wenigstens drei rückfichtlich ihrer Masse identisch sind. Sie befinden sich zwischen dem westlichen Landungsplatze (*Baadsplats*) und dem Bauerhofs auf *Langöe* (*i* auf der Karte); die Kalkschichten streichen dort hor. 10. und fallen 20° bis 30° in SW; die Gänge *a*, *b* und *c* streichen hor. 12. und sind seiger, ihre Masse ist Grünstein mit eingesprengtem Eisenkies; der Kalk ist in der Nachbarschaft körnig, voll von Versteinerungen und im Contacte mit den Gängen gänzlich unverändert, welche letztere oft die Versteinerungen unmittelbar berühren. Der Gang *c* ist über ein halbes Meter, *b* und *a* etwas weniger mächtig. Die gangförmige Masse *d* streicht mit kleinen localen Abweichungen ungefähr so wie die Kalkschichten, ist seiger und von einer um 2 Meter schwankenden Mächtigkeit, indem ihre Begränzung nicht, wie die der Gänge *a*, *b* und *c* durch vollkommen ebene und überall parallele Flächen bestimmt wird. Das Gestein ist eine feinkörnige Concretion von Horn-

blende und Feldstein, in welcher häufige grünliche und gelblichweiße Feldspathkrystalle porphyrtig ausgestreut sind. Die Aehnlichkeit mit gewissen Porphy-Varietäten in den über dem Sandsteine aufragenden Massen ist nicht zu verkennen.

Die normale Gangform, in welcher diese durch Hornblende und Feldspath charakterisirten Bildungen im Kalksteine auftreten, ist bedeutenden Modificationen unterworfen. 100 oder 200 Meter in Südost von jenem auf der Karte mit *z* bezeichneten Punkte trifft man auf dem flachen Strande von *Langöe* eine in dieser Hinsicht merkwürdige Porphyrbildung an, von welcher tab. III fig. 12 einen Grundriss darstellt. *a* ist ein an Versteinerungen reicher Kalkstein, dessen Schichten sich gegen *b*, einen Porphy von dichter schwarzer Hauptmasse mit weißen Feldspathnadeln und kleinen Hornblendkrystallen abstoßen; innerhalb der Linien *c* und *d* ist dieser Porphy sehr auffallend lichter gefärbt; *e* sind Kalkspathtrümer (Schnuren) welche sowohl den Porphy als den Kalkstein durchsetzen; *f* ist der Fjord.

Diese Hornblend-Feldspath-Bildungen im Kalke geben eine dunkle aber doch nicht zu übersehende Hinweisung für die Ansicht über die größeren Combinationen des hiesigen Felsenbaues, wenn man dabei ein im Porphy, Mandelstein und Basalt auftretendes Gangphänomen berücksichtigt, welches oben nicht erwähnt worden ist. Am *Muulaasen*, an den Abstürzen zwischen *Holmestrand* und *Ramberg* und an mehreren Orten sieht man hier und da leigere, paarweis parallele Fissuren und Demarcationen, welche 1 bis 1 Meter von einander abstehen, und eine von

den basaltischen Porphyren und Mandelsteinen mehr oder weniger, zuweilen aber so wenig verschiedene Masse umschliessen, dass die Fissuren kaum eine andre Bedeutung als die von Ablösungsklüften behalten. In manchen Fällen dagegen ist die umschlossene Masse von der umschliessenden so verschieden, dass jene Demarcationen Gänge oder doch wenigstens eine Tendenz zur Gangauscheidung bezeichnen. Und gerade solche Gangmassen sind es, welche eine bedeutungsvolle Aehnlichkeit mit den im Kalke der Inseln auftretenden Gängen zeigen. Der Augit weicht in ihnen der Hornblende. Sie bilden eine eigene Gangformation, welche zwei sehr differenten Hauptgliedern des Felsgebäudes angehören, und, inwiefern ihre Bildung von diesen Hauptgliedern abhängig war, auf einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen ihnen hinweisen.

Die übereinstimmenden Lagerungsverhältnisse lassen eine mehr directe Verbindung zwischen Kalk und Sandstein vermuthen. Allein ausser dem Einschliessen selbst bieten die Inseln in dieser Hinsicht kein weiteres Factum dar, indem der Sandstein auf ihnen gänzlich fehlt. Erst aufwärts im *Sandethale*, oberhalb *Sandes* Kirche findet man beide Formationen beisammen, nämlich den Kalkstein nordöstlich, den Sandstein südwestlich im Thale, beide 20° bis 30° in hor. 5 bis 6 W einschliessend. Vom Hangenden nach dem Liegenden kann man eine Uebergangs-Suite verfolgen, welche zwischen dem Pfarrhofs und *Veterud* mit einem sehr grobkörnigen Sandsteine beginnt; die Quarzkörner sind theils abgerundet, theils eckig, grösser als Erbsen, mit einer bräunlichen oder ocker-

gelben Zwischenmasse. Unter diesem Sandsteine folgt in der Richtung auf *Holtebroe*, oder ungefähr in der Diagonal - Richtung zwischen Streichen und Fallen, als in welcher allein Beobachtungen möglich waren, ein dickschielriges Kieselgestein, welches nur derselbe bis zur Dichtigkeit zusammengefunkene grobkörnige Sandstein zu seyn scheint; weiterhin in derselben Richtung nimmt dieses Gestein Kalk auf, noch weiter zieht sich die Kieselederde allmählig zurück, und endlich steht grauer Versteinerungskalk und feinkörniger dunkler Marmor an. Indess ist es wahrscheinlich, daß der Uebergang nicht überall gleich vollständig ist, und daß es locale, größere oder kleinere Lücken giebt, welche die Stetigkeit desselben unterbrechen.

Diese Thatfache, daß Kalk das Untenliegende, und Sandstein das Aufliegende bildet, so wie daß Zwischenglieder die Differenz beider Gesteine ganz oder zum Theile aufheben, scheint ihre gegenseitigen Verhältnisse hinlänglich aufzuklären.

Nirgends tritt der Granit so nahe an die westlichen Abstürze, als beim Gehöft *Holm*, wo er sich ganz unerwartet nicht mit Kalk sondern mit Sandstein im Contacte findet. Verlängert man in der Linie *fe* auf der Karte das auf tab. II angeführte Profil fig. 10 in gleicher Richtung nach Osten, so erhält man das Supplement fig. 11 (auf derselben Tafel), in welchem *a* einen hornsteinartigen durch sehr zurückgedrängtes Thon - Bindemittel ausgezeichneten, 20° bis 30° in hor. 4,2 SVV einschließenden Sandstein bezeichnet; *b* ist Granit aus dunkel fleischrothem Feldspathe, etwas

unregelmässig nach der Streichungslinie des Sandsteines in die Länge fortsetzend, aber seiger stehend; in der Nachbarschaft dieser Granitmassen kommen kleinere granitische Adern und Klüfte (*Spring*) im Sandsteine vor. *c* ist Granit wie *b*, nur grobkörniger, und zum Theil durch einzelne grosse Feldspathkrystalle porphyrartig; er erscheint über Tage als eine mit dem östlichen Terrain des *Sandethales* und *Sandeffjordes* in ununterbrochenem Zusammenhange stehende Masse. Vegetation und andere Bedeckung verhindern jedoch die Beobachtung der eigentlichen Contact-Verhältnisse mit dem Sandsteine. Vorzüglich problematisch ist das Vorkommen der isolirten Granitmasse *b*; will man sie als einen aufragenden Theil der unter dem Sandstein fortsetzenden grossen Granitmasse betrachten, so bleibt der Umstand auffallend, dass sich die Lage der Sandsteinschichten überall ganz unverändert behauptet, so dass die isolirte Granitmasse in dieser Hinsicht ohne allen Einfluss auf dieselbe gewesen wäre. Sollte vielleicht die grosse Granitmasse die herrschende Lagerung des Sandsteines überhaupt gar nicht bestimmt haben? Ist sie vielleicht gar nicht die Basis des Sandsteines? —

Glücklicherweise hat die See ganz in der Nähe einige Klippen entblöst, welche diese zweifelhaften Verhältnisse aufzuklären vermögen. Das kleine Vorgebirge, in welches die Linie *fe* auf der Karte ausläuft, zeigt gegen *Engnäs* eine nackte Felsenwand, die mit ungefähr 50° Neigung in den Fjord niedergeht. Auf ihr sieht man, wie Sandstein und Granit zusammentreten und eine Verbindung bewerkstelligen, welche am leichtesten mittels einer bildlichen Darstellung

angefasst werden kann. Tab. II. fig. 12 ist eine Oberflächen-Zeichnung des instructivsten Theiles jener Felswand. a) Granit aus dunkelrothem Feldspathe und sehr wenig schwarzem Glimmer bestehend; der Granit in den auslaufenden Adern und Klüften (*Spring?*) besteht aus einem etwas lichterem Feldspathe ohne allen Glimmer, b) Grauer und röthlich-grauer Quarzsandstein, dessen Bruch das Mittel zwischen dem Splittrigen und Unebenen von schiefriger Absonderung hält; er giebt beim Anhauchen etwas Thongeruch und umschliesst einzelne feine Glimmerblättchen; er ist in sehr regelmässige Parallelmassen getheilt, die gewöhnlich mehrere Decimeter Mächtigkeit haben und etwas über 20° in hor. 4 SW einschliessen. Der Granit und Sandstein sind mehr oder weniger innig verwachsen, doch ist die Demarcationslinie zwischen beiden scharf; das eine Gestein scheint im Contacte ohne allen modificirenden Einfluß auf das andere gewesen zu seyn, und die Parallelstructur des Sandsteines erhält sich ganz unverändert bis unmittelbar an den anstossenden Granit, in welchem nicht die geringste Structur im Grossen, und keine Spur von einer bestimmten Absonderung zu erkennen ist.

Das Lagerungsverhältniß ist sehr verwickelt. Ein verticaler Schnitt in der Linie des Einschliessens (cd Fig. 12) zeigt uns auf tab. II. fig. 13, daß der Granit, so weit man an diesem Punkte sehen kann, den Sandstein unterteuft, so daß die Contactfläche der Structur-Ebene des Sandsteines parallel läuft. Allein etwas weiter oben ist diese Contactfläche senkrecht auf den quer abgeschnittenen Sandsteinschichten, und der Granit zeigt sich überhängend, wie es die 14te Fi-

gur (ein Profil durch *ef* in Fig. 12) darstellt. Noch weiter aufwärts und oberhalb des Bereiches unsers Grundrisses, etwa 8 Meter von *ef*, erhält man einen dritten Verticalschnitt in der Richtung des Einschliessens, Fig. 15, in welchem die große Granitmasse *a*, so weit die Beobachtung sie abwärts verfolgen kann, ebenfalls überhängend erscheint. Hier vermehren lager- und gang-artige Granitadern *b* die Verwicklung noch mehr, machen es jedoch wahrscheinlich, daß auch die oben erwähnte isolirt aufragende Masse, welche in Fig. 11 mit *b* bezeichnet ist, ein ähnlicher Ausläufer des Granites sey. Zwar ist keine Thatfache vorhanden, die eine sichere Entscheidung gewährte, welches von beiden Lagerungsverhältnissen des Granites, ob das der Anlehnung oder das der Unterteufung als das eigentliche und vorherrschende zu betrachten sey; allein als ein sicheres Resultat geht hervor, daß der Granit im Ganzen nicht als Basis des Sandsteines betrachtet werden kann, und daß die Lage der Parallelmassen dieses letzteren durch andere Verhältnisse als durch die dargebotene Oberfläche des Granites bestimmt wurde. Im Gegentheile scheint eher des Granites Begränzung, da, wo die Contactfläche der Structurebene des Sandsteines parallel läuft, durch den Sandstein bestimmt worden zu seyn, als umgekehrt.

Es läßt sich wohl voraussehen, daß das Phänomen, aus welchem wir diese Resultate zogen, doch noch von Vielen als eine zufällige Abnormität betrachtet werden dürfte, auf welche sich kein hinlänglich sicherer Schluß gründen liesse. Eine fortgesetzte Untersuchung mag aber beweisen, daß gerade solche Verhältnisse zu den normalen gehören, und wir wer-

den sogleich ein Seitenstück zu der erwähnten Combination betrachten.

Gleichsam um zu zeigen, in welchem Zusammenhange der Kalkstein der Inseln mit dem Granite steht, tritt ein kleines Stück des Kalkterrains auf dem östlichen Ufer des *Sandefjordes* dicht bei der Insel *Kummerøe* auf. An und für sich selbst ist es wohl in keiner Hinsicht wesentlich von dem Kalksteine der Inseln verschieden; es ist derselbe graue, dichte Versteinerungskalk, derselbe graue und weisse gleichfalls versteinerungshaltige Marmor; ferner Kieselkalk, Kalkkiesel und Bildungen, in welchen Kiesel und Thon den Kalk zurückdrängen; das Alles lagerförmig geordnet mit einem um 15° schwebenden Einschliessen in hor. 4 SW. Eben so sieht man dieselben Grünstein-Bildungen bald in regelmässiger Gangform, bald in kurzen, rhomboidalen eingekeilten Massen. Nur dürften hier sowohl diese, als die kieselreichen lagerförmigen Gebilde etwas häufiger und inniger mit dem Kalke verwebt vorkommen, als auf den Inseln. Als Beispiel kann eine Schichtenfolge angeführt werden, deren Profil tab. III fig. 1 so dargestellt ist, wie es in einer senkrechten Bruchfläche durch die Linie des Einschliessens unmittelbar über dem Wellenschlage zum Vorschein kommt, (*k* auf der Karte). *a*) sehr harter Kalkkiesel mit abwechselnden, grünlichgrauen und schwärzlichgrauen, schnurgeraden Bändern; *b*) derselbe mit dünnen Lagen oder Streifen von bläulichgrauem, körnigem Kalksteine; *c*) gelblichweisser, lockerer körniger Kalkstein mit Entrochiten, und mit schmalen, unvollkommen lagerartigen Streifen von Kieselbildungen, die hier minder hart, aber

mehr kalkhaltig sind; d) graulichweißer, körniger Kalk mit Entrochiten, von mehreren und zum Theil mächtigeren Kieselkalk- und Kalkkiesel-Streifen und lagerartigen Massen durchzogen.

Geht man nordwestlich weg vom Gehöfte *Grön-
sand* um die Granitgränze aufzusuchen, so gelangt man bald in ein kleines Thal, dessen nordöstliches Gehänge von steilen Granitwänden gebildet wird, während das Gegengehänge dem Kalkterrain angehört. In der Thalsohle ist kein Gestein anstehend, und es würde sonach vergebens scheinen, hier Aufklärungen über die Contact-Verhältnisse zu suchen, wenn nicht ein großer Ausläufer vom Granit-Terrain in das Gebiet des Kalkes herüber dränge. Das Verhältniß wird sich mittels eines Profiles auffassen lassen, welches in Fig. 2 tab. III dargestellt ist. a) das Granitgebiet; b) die mobile Bedeckung der Thalsohle; c) und d) die Schichten des Kalkterrains mit zwei Granitpartien, welche sich in ihrer Fortsetzung in das Thal hinaus zwischen dem Kalke auszuheilen scheinen, während sie in entgegengesetzter Richtung zusammen-treten und den Kalk zum Ausheilen nöthigen; ihre gemeinschaftlich-vereinigte Masse hängt im oberen Ende des Thales mit dem Granit in *a* zusammen *).

Das wesentliche Verhältniß des Contactes ist am vollkommensten in der Partie bei c (der vorigen Figur)

*) Das Profil ist bis zum Meere in der Linie *kl* auf der Karte fortgesetzt, so daß *a* die mobile Bedeckung bezeichnet, welche die Beobachtung des Contactes zwischen der Granitmasse *d* und dem Kalkterrain *f* verhindert. Das Profil tab. III fig. 1 findet sich in *g*, welcher Punkt auf der Karte mit *k* bezeichnet ist.

wahrzunehmen, welche fast vertical abgeschnitten ist, und sich en face in Fig. 3 *A* tab. III darstellt. *a*) weisser, feinkörniger Kalk, in welchem deutliche Petrefacten kaum vorhanden seyn dürften; *b*) grüne dichte Granat-Masse mit einzelnen Ausfonderungen von Granatkry stallen; *c*) Granit, aus dunkelrothem, grobkörnigem Feldspathe bestehend, ohne Glimmer und Quarz; *d*) Kieselkalk mit Quarzmasse zu einem dichten splittrigen Gesteine verbunden, welches mit schmalen Kalkstreifen abwechselt; *e*) körniger Kalk mit dünnen Lagen des vorher genannten Kieselgesteines. — Schneidet man dieses Enface durch die Linie $\pi\sigma$, so erhält man das Profil Fig. 3 *B* tab. III.

Bei fortgesetzter Untersuchung der Contact-Verhältnisse bis zum Strande beim Hof *Bække* — von *Grönsand* etwa 1000 Meter entfernt — findet man, daß der Granit überall lagerartige, gangförmige und allerlei unregelmässige Verzweigungen in das Kalkterrain ausfendet, daß selbst ganz isolirte Granitmassen darin vorkommen. Ferner überzeugt man sich, daß das Streichen und Einschliessen der Schichten nicht mit der Lage der Contactpuncte übereinstimmt, und daß die lagerartigen Ausläufer des Granites nicht zu dem Schlusse berechtigen, die Kalkschichten aufliegend zu denken. In den meisten Fällen stoßen sich die Parallelmassen des Kalkes gegen den Granit ab, ohne dadurch in ihrer Regelmässigkeit gestört zu werden.

Eine specielle Karte der Gegend von *Bækkestrand* würde von grosser Wichtigkeit seyn; aber die Beschaffenheit derselben gestattet doch nur unterbrochene Beobachtungen über ihren Felsenbau. Die

stückweis entblößten Partien lassen sich nur in ein ideales Bild vereinigen. Ein Versuch dieser Art ist der Grundriß Fig. 4 tab. III in Verbindung mit den Profilen Fig. 5 und 6. Das Granitgebiet ist roth, das Kalkgebiet blau illuminirt, und auf dem Grundrisse bilden die Streichungslinien des Kalkes gemäß den aufgezeichneten Beobachtungen einen Bogen. In der Linie *ab* liegt das Profil Fig. 5, welches dem reellen Profil Fig. 2 tab. III entspricht. Es kann wohl keinem Zweifel unterworfen seyn, daß das oben erwähnte kleine Thal secundär ist, und daß sein Raum ursprünglich vom Gebirge erfüllt war; die punctirte Linie bedeutet das jetzige Profil des Thales. Der verticale Schnitt Fig. 6 fällt in die Linie *cd* des Grundrisses, und fällt mit dem reellen Enface Fig. 3 *A* zusammen, so daß πq der Profillinie πq in dem letzteren entspricht. Die in diesem Schnitte anscheinend isolirte Granitmasse *e* vereinigt sich hinter der Schnittfläche mit der Granitmasse *f*, wodurch der Kalkstein in *g* abgeschnitten wird.

In den Combinationen mit dem Kalkterrain von *Bækkestrand* und mit dem Sandsteine von *Holm* sind alle vorhandenen Thatfachen enthalten, welche *Holmestrand's* Umgegend rücksichtlich der Aufgabe über die Verhältnisse des Granites zu bieten hat. Die Auflösung scheint uns, wenigstens zum Theil, schon ausgesprochen zu seyn. Eine mehr positive endliche Entscheidung muß billig aufgeschoben werden, bis so viele und unzweideutige Thatfachen gesammelt seyn werden, daß jede Ungewissheit gehoben und jeder Zweifel abgewiesen werden kann.

Anmerkung. Es sey mir gestattet, dem Obligen eine hypothetische Bemerkung beizufügen. Seitdem ich etwas vertrauter mit den mannichfaltigen Verflechtungen der Gesteine am *Sandefjord* geworden, habe ich niemals die zwischen *Holm* und *Aarnäs* hervorspringende Granitpartie betrachten können, ohne an den rothen Porphyr bei *Engnäs* erinnert zu werden. Es ist nämlich auffallend, daß eine Linie, welche man sich von dieser Granitpartie in der Richtung ihrer Längenerstreckung hinaus in den Fjord gezogen denken kann, genau auf jenen Porphyr trifft, und daß das Streichen dieses letzteren in die Verlängerung dieser Linie fällt. Gleichsam als ob der rothe Porphyr ein sehr verlängerter, gangartiger *Ausläufer des Granit-Terrains* wäre. Wäre des Porphyrs Hauptmasse nicht dicht und feldsteinartig, sondern krySTALLINISCH, so würde man wirklich einen rothen Granit von Feldspath und Quarz sehen. — In derselben Linie zwischen *Engnäs* und *Holm* ragt aus dem Seespiegel eine kleine Klippe hervor, welche ich leider nur aus der Ferne gesehen habe. Sollte dieselbe, wie es nach ihrer Farbe zu urtheilen der Fall zu seyn scheint, aus rothem Porphyr bestehen, so würde die hier aufgestellte Vermuthung nicht wenig Bestätigung finden. Wenn das Bassin des *Sandefjordes* größtentheils auf Unkosten des Sandsteines und Kalkes gebildet wurde, so gehört vielleicht die innerste kleine Bucht bei *Aarnäs* nicht allein dem Granit, wie es jetzt scheint. Und sollte Kalk oder Sandstein sich dahinein erstrecken oder erstreckt haben, so würde das Vorkommen der Granitmasse bei *Holm* auf eine sehr natürliche Art mit dem Porphyr bei *Engnäs* in Uebereinstimmung zu bringen seyn.

(Fortsetzung folgt.)

II.

Ueber die Anziehung, die sich in merklichen Abständen zwischen den Oberflächen starrer Körper äußert, durch eine Flüssigkeit, in welcher sie untergetaucht sind;

von

Hrn. P. S. GIRARD. *)

Die Erfahrung hat seit langer Zeit gelehrt, daß gewisse Flüssigkeiten nur die Oberfläche gewisser starrer Körper benetzen können, die Oberfläche anderer wiederum nicht. So ist das Quecksilber, welches die Fähigkeit besitzt, mehrere Metalle zu benetzen und an deren Oberfläche anzuhaften, nicht im Stande, die Oberfläche des Glases des Holzes und vieler anderen Substanzen zu benetzen. Die Erfahrung hat gleichfalls gelehrt, daß die Oberfläche eines und desselben Körpers, welche folgerweise von mehreren Flüssigkeiten benetzt werden kann, nach der Natur dieser, einer verschiedentlichen Benetzung fähig ist. Man weiß z. B. daß, bei derselben Temperatur, eine Glasplatte vom Alkohol, mit dem sie benetzt ist, eine viel dickere Schicht durch Anhaftung an ihrer Oberfläche zurückhält, als vom Wasser, wenn sie damit befeuchtet wird.

Diese Eigenschaften der starren Körper an ihrer Oberfläche eine mehr oder weniger dicke Schicht von

*) Ann. d. Ch. et Ph. XXIX. 260. Frei übersetzt.

der sie benetzenden Flüssigkeit zurückzuhalten, äußert sich vor allen, wenn diese Körper sehr zertheilt worden (*sont réduits en molécules très-ténues*) und die Theilchen in solcher Menge in der Flüssigkeit verbreitet sind, daß, vermöge ihres geringen Abstandes unter sich, die ihnen anhängenden Atmosphären sich gegenseitig durchdringen. Alsdann zeigt die Erfahrung, daß durch die Dazwischenkunft dieser Atmosphären, die Theilchen, welche von ihnen umgeben sind, sich mit um so größerer Kraft einander nähern, als sie schon zuvor sich näher standen. Die gegenseitigen Actionen und Reactionen, pflanzen sich durch die zwischen gelagerte Flüssigkeit fort, und üben auf diese in allen Richtungen einen neuen Druck aus, dessen Intensität man mittels des Aräometers schätzen kann.

Ich habe in meinen früheren Abhandlungen gezeigt *), wie alsdann die Angabe dieses Instrumentes

*) *Mémoires sur les atmosphères liquides et leur influence sur les molécules solides qu'elles enveloppent* (*Mém. de l'acad. roy. des Scienc. de l'Inst. de Franc. tom. IV. années 1819 et 20*).

Die hier citirte Abhandlung zerfällt in 2 Abtheilungen. Die erste beschäftigt sich mit der Bewegung starrer Theilchen in Flüssigkeiten, welche deren Oberfläche benetzen, und enthält außer der mathematischen Behandlung des Gegenstandes eine Reihe Versuche über die Zeit der successiven Ablagerung eines in Wasser oder Alkohol eingerührten Thonpulvers. Die zweite, unter dem Titel: über die gegenseitige Anziehung starrer Theilchen vermittlest ihrer Atmosphären, schließt namentlich die Versuche ein, auf welche Hr. Girard sich im Texte beruft. Da diese letztere Hälfte sowohl für sich als auch in Bezug auf die gegenwärtige Abhandlung von Wichtigkeit ist, so mag das Wesentliche derselben hier eine Erwähnung finden, und die Beschränkung des Raumes mich entschuldigen, daß ich keinen

verschieden seyn wird und muß, von der, durch

vollständigen Auszug liefere auch die erste Hälfte, als weniger hierher gehörend, gänzlich übergehe. (P.)

Die Hapterscheinung, mit welcher Hr. G. sich beschäftigte, ist die, daß das Aräometer in Gemengen von Thonpulver und Wasser oder Alkohol, worin der Antheil des ersteren hinreichend groß ist, einen Stand annimmt, wie er homogenen Flüssigkeiten von größerer Dichte als Wasser oder Alkohol zukommt. Hr. G. beschreibt dieses im Allgemeinen so: Wenn starre Theilchen (*molécules solides*) in einer Flüssigkeit schweben, die keine auflösende Kraft auf sie ausübt, die aber fähig ist, deren Oberfläche zu benetzen, und wenn diese Theilchen in hinreichender Menge in der Flüssigkeit vorhanden sind, damit sich ihre Atmosphären gegenseitig durchdringen, so steht das Aräometer in einem solchen Gemenge um so höher, als das Verhältniß der starren Theilchen darin beträchtlicher ist.

Hr. G. hatte sich ein Aräometer verfertigt, dessen Nullpunkt das specifische Gewicht des destillirten Wassers bei $+6^{\circ}$ C. angab, und welches er von diesem Punkte ab, unterhalb mit 45, und oberhalb mit 30 Abtheilungen, wie es scheint von gleicher aber willkürlicher Größe, verfab; jene für schwerere, diese für leichtere Flüssigkeiten, als Wasser; auch wurden die Grade unterhalb des Nullpunktes positiv und die oberhalb desselben negativ genommen.

Zu den Versuchen wurde ein zartes Thonpulver (von dem was man zu Sèvres zur Bereitung des Porzellans gebraucht und ein specifisches Gewicht von 2,47457 besitzt) angewandt, ein bestimmtes Volumen desselben nach und nach mit verschiedenen Quantitäten Seinenwasser oder Alkohol gemengt, und bevor es sich absetzen konnte, die Beobachtung mit dem Aräometer gemacht. Die nachstehende Tafel enthält die Volumina der Gemenge (worin sich jedesmal 1 Volumen Thonpulver befand) und die entsprechenden Stände des Aräometers:

welche das specifische Gewicht des Gemenges, beste-

Volumen der Ge- menge aus Seinewas- ser und Thonpulv.	Stand des Aräomet.	Volumen der Ge- menge aus Alkohol und Thon- pulver.	Stand des Aräomet.	Volumen der Ge- menge aus Alkohol und Thon- pulver.	Stand des Aräomet.
10	+ 14°,75	10	— 3°,0	10	— 3°,25
14	+ 10°,75	14	— 9°,0	12	— 6°,5
16	+ 9°,0	16	— 10°,5	14	— 9°,0
20	+ 7°,5	18	— 12°,0	16	— 10°,75
22	+ 6°,75	20	— 13°,0	18	— 12°,25
24	+ 5°,625			20	— 13°,25
26	+ 5°,0			22	— 14°,25
28	+ 4°,5			24	— 15°,00
30	+ 4°,0			26	— 15°,5
				28	— 16°,0
				30	— 16°,5

Bei der ersten Reihe von Versuchen war die Temperatur + 14° C und das Aräometer stand in dem filtrirten Seinewasser auf — 0°,75; bei der zweiten Reihe hatte der Alkohol ebenfalls + 14° C Temperatur und das Aräometer stand in ihm auf — 23°; bei der dritten Reihe endlich hatte der Alkohol eine Temperatur von + 12° C und das Aräometer zeigte in ihm auf — 23½°.

Da nun gepülverter Thon sich nicht in Wasser oder Alkohol aufzulösen vermag und er auch keine lösliche Substanzen beigemengt enthielt, indem die von ihm abgeforderte Flüssigkeit dieselbe Dichte besaß, wie die noch nicht mit ihm in Berührung gewesene (a. a. O. p. 70), so ist nach Hrn. G. die Erscheinung nur durch eine Molekular-Gravitation zu erklären, vermöge welcher sich um jedes starre Theilchen eine Atmosphäre von einer mehr verdichteten Flüssigkeit bildet. Er sagt „wenn starre Theilchen in einer Flüssigkeit, die fähig ist, deren Oberfläche zu benetzen, auf geringere Abstände vertheilt sind, als der

hend aus der Flüssigkeit und den darin verbreiteten

Durchmesser ihrer Atmosphären, so wirken sie in allen Richtungen drückend oder anziehend auf die zwischen liegende Flüssigkeit, wie es Stempel thun würden, die an ihrer Statt gesetzt wären; vermöge der charakteristischen Eigenschaft der Flüssigkeiten verpflanzen sich diese Drucke auf die gesammte Flüssigkeit zwischen den starren Theilchen, und vermehren dadurch wirklich die Dichtigkeit dieser Flüssigkeit, wie es das Aräometer anzeigt“ (a. a. O. p. 74). Man begreift daher, daß diese Molekular - Gravitation in der That ausgedrückt seyn wird durch den Unterschied in der Anzahl der Grade, welche das Aräometer zeigt, wenn es folgeweise in ein solches Gemenge und in eine reine, bloß der Wirkung der Schwerkraft unterworfenene, Flüssigkeit eingetaucht wird. So z. B. ist dieser Unterschied bei den Versuchen mit Wasser

beim ersten derselben: $+14^{\circ},75 - (-0^{\circ},75) = +15^{\circ},5$

beim letzten - - $+4^{\circ} - (-0^{\circ},75) = +4^{\circ},75$

und daraus ist zu ersehen, daß die Wirkung der festen Theilchen auf die ihre Zwischenräume ausfüllende Flüssigkeit, in diesen beiden Versuchen, sich verhalten hat wie, $15,5 : 4,75$ oder wie $62 : 19$. Eben so war bei der ersten Versuchsreihe mit Alkohol jener Unterschied

beim ersten Versuch: $-3^{\circ} - (-23^{\circ}) = +20^{\circ}$

beim letzten - - $-16^{\circ},5 - (-23^{\circ}) = +6^{\circ},75$,

also das Verhältniß der Wirkungen nahe wie 3 zu 1.

Hr. G. schreitet nun zur Ausmittlung der Gesetze dieser Erscheinungen über. Weil „sagt er“ eine gewisse Anzahl in einer Flüssigkeit verbreiteter starrer Theilchen, bei gegenseitigen Abständen, die geringer sind als der Durchmesser ihrer Atmosphären, auf die zwischen ihnen liegende, sie benetzende Flüssigkeit, wie eben so viele Stempel drücken, von gleicher Lage und gleicher Kraft mit ihnen, und die Summe dieser Drucke sich auf alle Punkte der Flüssigkeit in dem gegebenen Raume ausdehnt, so wird der totale Druck, den die Flüssigkeit erleidet und welche die Gravitation der Theilchen auf einander darstellt, genau proportional seyn der Anzahl der

festen Theilchen, angezeigt wird. In dem letzteren

Theilchen, welche sich in dem gegebenen Raume befinden. Wenn also P diesen totalen Druck, N die Anzahl der Theilchen in dem zur Einheit angenommenen Raum, und F die constante Kraft bezeichnet, mit der jedes Theilchen für sich die umgebende Flüssigkeit drücken würde, so muß man haben: $P = NF$. P ist jener, durch die Versuche gegebene aräometrische Unterschied, und da er die Vermehrung der Dichte anzeigt, welche von der Gravitation der Flüssigkeit gegen die Molekel herrührt, so bezeichnet ihn Hr. G. mit den Namen: Molekulardichtigkeit. Was N , die Anzahl der Theilchen (Molécules) in dem zur Einheit angenommenen Volumen eines Gemenges betrifft, so ist klar, daß wenn man Q das in den Versuchen gebrauchte constante Volumen an Thonpulver heisset, und x das variable der einzelnen Gemenge, man haben wird:

$$1 : N :: x : Q \text{ oder } N = \frac{Q}{x}$$

und folglich:

$$Px = QF.$$

Dieses will sagen: der aräometrische Unterschied zwischen der reinen und der mit Thon gemengten Flüssigkeit, multiplicirt mit dem Volumen dieser Mischungen, muß eine constante GröÙe seyn. Hr. G. nennt diese constante GröÙe Molekularmasse, weil sie das Product des Volumen eines jeden Gemenges mit der Molekulardichte ist. Nachstehende Tafel zeigt die Resultate, wie sie sich aus der 1ten, 2ten und 3ten Versuchsreihe ergeben:

I.			II.			III.		
x	P	Px	x	P	Px	x	P	Px
10	15,5	155	10	20	200	10	20	200
14	11,5	161	14	14	196	12	16,75	204
16	9,75	156	16	12,5	204	14	14,25	199,5
20	8,25	165	18	11	196	16	12,5	204
22	7,5	165	20	10	200	18	11	198
24	6,375	153				20	10	200
26	5,75	149				22	9	198
28	5,25	147				24	8,25	198
30	4,75	143				26	7,75	201,5
						28	7,25	203
						30	6,75	202,5

Falle bezeichnet das von diesem Instrumente ange-

Hr. Girard schreibt die Differenzen von Px bei den 3 ersten Versuchen, in der ersten Columne, den Beobachtungsfehlern zu; die allmälige Abnahme dieser Gröſſe bei den 6 letzten Versuchen aber dem Umstande, daß bei jenen Verhältnissen des Thones der Abstand einiger Theilchen so groß werde, daß sie sich auſserhalb des Wirkungskreises der benachbarten Theilchen befinden, und frei der bloſſen Schwerkraft folgen können.

Hr. G. wirft nun die Frage auf: ob der aräometrische Unterschied nicht vielleicht bloß den Unterschied zwischen dem specifischen Gewicht der reinen und dem mit den starren Theilchen gemengten Flüssigkeit anzeige, statt die gegenseitige Anziehung darzustellen, die diese Theilchen in Distanz auf die zwischengelagerte Flüssigkeit ausüben; er beantwortet sie damit, daß der Unterschied zwischen dem specifischen Gewichte einer reinen und gemengten Flüssigkeit ganz von dem verschieden ist, welcher nach der hier gegebenen Theorie die Molekularwirkung ausdrückt. Es sey nämlich das constante Volumen der starren Theilchen $= a$; das variable des Gemenges $= x$, das specifische Gewicht der reinen Flüssigkeit $= p'$; das spec. Gewicht der starren Theilchen $= p$. Das Volumen, das vom Aräometer bei der reinen Flüssigkeit untergetaucht ist, $= h$; dasselbe bei einer gemengten Flüssigkeit $= z$. Dann ist zunächst das specifische Gewicht des Gemenges:

$$\frac{p a + p' (x - a)}{x}$$

Ferner verhalten sich, nach hydrostatischen Gesetzen, die untergetauchten Volumina eines Aräometers, bei Flüssigkeiten von verschiedenen specifischen Gewichten, umgekehrt wie diese specifischen Gewichte. Man hat also:

$$h p' = \frac{z}{x} \cdot (p a + p' (x - a))$$

Woraus

$$(h - z) x = z \cdot \frac{a (p - p')}{p}$$

zeigte specifische Gewicht nichts anderes, als die Kraft, mit welcher jedes Theilchen des als homogen betrachteten Gemenges gegen den Mittelpunkt der Erde gravitirt; während im ersteren Fall, das Aräometer nicht bloß das specifische Gewicht von der reinen, zwischen den festen Theilchen gelagerten, Flüssigkeit anzeigt,

d. h. die aräometrische Differenz $h - z$, multipliziert mit dem Volumen x der gemengten Flüssigkeit, ist proportional dem variablen Volumen des Theils am Aräometer, der bei gemengten Flüssigkeiten untergetaucht ist. Es folgt daraus, daß das Product $(h - z) x$ nothwendig auch variabel ist. Nun wurde aber dieses Product constant gefunden, wenn es die Wirkung in Distanz der starren Theilchen auf die zwischenliegende Flüssigkeit ausdrückt; folglich ist die Molekularwirkung in Distanz durchaus unabhängig von dem Unterschiede zwischen dem spec. Gewicht der reinen Flüssigkeit und dem verschiedener Gemenge.

Hr. G. schließt seine Abhandlung mit der Bemerkung, daß aus der Gleichung $P = \frac{Q}{x} F$ hervorgehe, die Gravitation P sey proportional der Dichte desjenigen Systemes, welches die starren Theilchen für sich, abgesehen von der zwischen ihnen liegenden Flüssigkeit, ausmachen; und da, wenn die materiellen Theilchen, durch gleiche und sehr kleine Zwischenräume getrennt, nach 3 Dimensionen einen Raum ausfüllen, die Dichte des Systems umgekehrt proportional ist den Cuben der Abstände dieser Theilchen, so folge daraus, daß die attractive Kraft von Theilchen zu Theilchen genau im umgekehrten Verhältniß der Cuben dieser Abstände stehe; ein Satz von der höchsten Wichtigkeit, dessen Wahrheit schon Newton (Princip. math. libr. I. p. 85), Keil und mehrere Physiker und Mathematiker nach ihm geahnet, keiner aber bis jetzt durch einen directen Versuch bewiesen habe. *P.*

sondern auch die Kraft, mit welcher diese Flüssigkeit auf alle diese Theile gravitirt.

Obgleich die Versuche, durch welche diese That-
sachen ausgemacht sind, keine Ungewissheit hinter-
lassen, so erforderte doch die Wichtigkeit dieser That-
sachen und der Folgerungen aus ihnen eine Bestäti-
gung auf anderem Wege. Ich habe daher gesonnen,
bei grossen von einer Flüssigkeit benetzt werdenden
Flächen, die Anziehung merkbar zu machen, die sie
auf einander mittelst dieser Flüssigkeit ausüben, und
wo möglich die Intensität derselben, bei verschiedenen
Abständen, genau zu messen.

Wenn man sich zwei vollkommen ebene starre
Flächen, in einer sie benetzenden Flüssigkeit vertikal
aufgehängt denkt, so wird die Flüssigkeitsschicht,
welche ihnen anhängt, eine Art von fester Hülle um
jede derselben herum bilden. Wenn man nun die
benetzten Flächen einander auf einen so kleinen Ab-
stand nähert, daß sich ihre flüssigen Umhüllungen
durchdringen, so müssen diese Flächen, nach dem
Obigen, sich gegenseitig anziehen und mit um so
größerer Kraft als ihr Abstand geringer ist. Um die
Wirkung dieser Kraft merkbar zu machen und zu
bestimmen, nehme man an, daß man die beiden
benetzten Flächen von der Vertikale, in welcher
sie frei aufgehängt waren, ablenke und sie auf einem
bestimmten Abstand von einander nähere. Wenn
dieser Abstand größer ist, als die doppelte Dicke der
flüssigen Schicht, die jeder von ihnen anhängt, so
werden diese beiden flüssigen Hüllen, für sich ge-
dacht, sich nicht durchdringen, und die beiden be-
netzten Flächen, der Schwere gehorchend, welche

ihnen in der Flüssigkeit übrig bleibt, gleich einem isolirten Pendel zu der vertikalen Lage zurückkehren, aus welcher man sie abgelenkt hatte. Nun ist klar, daß dieses in einem gewissen Zeitraum Statt findet, der von der Länge des Fadens, an welchem die Flächen aufgehängt sind, und von dem Widerstande, den die Flüssigkeit ihrer Bewegung entgegensetzt, abhängen wird. Wenn man von diesem Widerstande absteht, was immer erlaubt ist, wenn die Bewegung des Pendels sehr langsam geschieht, so ist ferner klar, daß die Dauer der Oscillationen die nämliche seyn wird, wie groß auch das Intervall ist, um welche man sie ursprünglich von der Vertikale abgelenkt hatte.

Setzt man aber voraus, die beiden untergetauchten Flächen seyen so weit genähert, daß die ihnen anhaftenden flüssigen Schichten sich durchdringen, so werden die beiden Flächen sich einander anziehen; der Wirkung ihrer Schwere in der Flüssigkeit wird zum Theil durch diese Anziehung das Gegengewicht gehalten, und sind sie sich selbst überlassen, so wird die Zeit, in der sie zur Verticalebene zurückkehren, d. h. die Dauer ihrer ersten halben Schwingung um so beträchtlicher seyn, als ihre gegenseitige Anziehung größer ist, oder sie bei Anfang der ersten Schwingung einander näher standen.

Man kann die Wirkung der Schwerkraft auf die benetzten Flächen so gering machen, wie man will; sey es, daß man ihnen durch irgend ein Mittel ein specifisches Gewicht giebt, welches von dem der Flüssigkeit, in welcher sie untergetaucht sind, nur sehr wenig abweicht, oder auch dadurch, daß man den Winkel zwischen den Aufhänge-Fäden verringert, wenn

man sie von der Vertikale ablenkt, um die Flächen einander zu nähern, die sie tragen.

Befestigt man nun andererseits zwischen den Flächen einen Metalldraht von bestimmter Dicke und bringt sie durch Hülfe eines gewissen Druckes mit den entgegengesetzten Seiten dieses Drahtes in Berührung, so ist klar, daß dessen Durchmesser ein genaues Maaß des Zwischenraumes ist, der sie trennt. Ueberläßt man diese Flächen alsdann den entgegengesetzten Wirkungen ihrer wechselseitigen Anziehung und ihrer parallel mit dieser Anziehung zerlegten Schwere in der Flüssigkeit, so wird nothwendig die Dauer der ersten Oscillation eine gewisse Funktion dieser beiden entgegengesetzten Kräfte seyn. Wenn man demnach diese Dauer beobachtet und diese Kräfte, d. h. die Dicke des Metalldrahtes zwischen den benetzten Flächen, und die Amplitude der Schwingung, beide oder jede für sich, verändert, so wird die Beobachtung nachweisen, wie unter sich, die Entfernung beider Flächen zu Anfang ihrer ersten Schwingung, die Amplitude und die Dauer derselben, variiren.

Der Apparat, den ich der Akademie vorlege, ist nach diesen Grundsätzen zusammengesetzt.

Oberhalb eines cylindrischen Glasgefäßes *ABCD* (Fig. 1 und 2) und in der Richtung eines seiner Durchmesser ist ein kupfernes Lineal *EF* befestigt. Dieses horizontale Lineal, welches wir *Richtscheit* oder *Träger* des Apparates (*directrice* ou *sommier* de l'appareil) nennen wollen, trägt nach der Quere zwei Stücke von demselben Metall *g/h*, *g'/h'* (Fig. 3), welche es à

frottement umfassen, und auf demselben mit Beibehaltung ihres Parallelismus fortzuschieben sind.

Diese Querstangen springen auf jeder der Richtsicherheit hervor und sind an den hinüberreichenden Theilen mit kleinen Einschnitten versehen, bestimmt, um darin die Seidenfäden ik , $i'k'$ (Fig. 1 und 2) einzuhaken, mit welchen die zum Versuch gebrauchten Glasplatten P und P' aufgehängt werden.

Jede dieser Platten, deren specifisches Gewicht viel beträchtlicher seyn wird, als das der Flüssigkeit, in welcher sie untergetaucht sind, ist angekittet an ein Korkprisma L , L' , von gleicher rechtwinkliger Fläche, und bildet also mit ihm einen zusammengesetzten Körper, dessen specifisches Gewicht man nach der größeren oder geringeren Dicke des Korkprismas beliebig abändern kann; um dies System so viel wie möglich in seiner Zusammensetzung gleichartig zu machen, ist auch der andern Seite jedes Korkprismas eine Glasplatte angekittet von gleicher Dicke mit der ersten.

Die Seidenfäden ik , $i'k'$ (Fig. 2), durch welche dieses System aufgehängt wird, sind befestigt an zwei seiner Vertikalflächen, die sich an den gegenüberliegenden Seiten des Durchschnittes kk' zweier durch den Schwerpunkt dieser Pendel-Vorrichtung gehender rechtwinkliger Ebenen befinden. Um den Schwerpunkt des Systems mit dem Mittelpunkt seiner Figur genau zusammenfallend zu machen, setzt man dem Pendel, falls es zu leicht ist, einige Bleiplättchen, oder falls es zu schwer ist, kleine Korkprismen hinzu. Diese Vorsicht ist nöthig, damit beide Aufhängesäden gleiche Spannung erhalten und man bei dem Versu-

che von der senkrechten Stellung der 4 Seiten des Prismas versichert ist.

Die beiden so zusammengesetzten Pendel PL und $P'L'$, müssen gleiches Gewicht in der Flüssigkeit und völlig gleiche Dimensionen haben. Wenn diese unerlässlichen Bedingungen erfüllt sind, die, beiläufig gesagt, nicht den leichtesten Theil dieser Versuche ausmachen, so hängt man die beiden Pendel an den Träger EF des Apparates und sorgt dafür, daß die rechtwinklichen Kanten des einen genau mit den entsprechenden des andern zusammenfallen, wenn man ihre Flächen in Berührung bringt.

Um die Annäherung oder Entfernung nach Belieben und mit Genauigkeit zu bewerkstelligen, ist jede von den die beiden Pendeltragenden Querstangen gh , $g'h'$ in einem über ihre Ebene hervorspringenden Stück mit einer Schraubenmutter von Messing m , m' (Fig. 1 und 3) versehen, welche in Richtung der Axe des Trägers liegen und von denen eine rechts und die andere links gewunden ist. Eine männliche Schraube von Stahl v , v' , welche von zweien, an den Enden des Trägers EF befindlichen senkrecht stehenden Armen gehalten wird, geht durch beide hindurch. Die Gänge dieser Schraube sind in jeder Hälfte derselben von gleicher Art mit denen der Schraubenmuttern, durch welche sie hindurchgehen, und da diese Schraubengänge von entgegengesetzter Windung sind, so begreift man, daß je nach der Richtung, in welcher man die Handhabe M , am Ende der Spindel, umdreht, die Querstangen, welche die Pendel tragen, sich nähern oder von einander entfernen werden. Um den Zwischenraum, welcher sie für irgend einen Au-

genblick trennt, mit Genauigkeit messen zu können, ist der Träger des Apparates, von seiner Mitte aus, in Centi- und Millimeter getheilt (Fig. 3). Eine an den Querbalken gh , $g'h'$ befestigte und in der Ebene der Aufhängesäden der Glasplatten liegende Schneide (biseau) giebt durch ihre Coincidenz mit den Theilstreichen der Richtscheit, die horizontale Entfernung zwischen den Aufhängepunkten der beiden Pendel.

Wie groß auch die Dicke des Cylinders oder Metalldrahtes seyn mag, welchen man zwischen die beiden Glasplatten bringt, um ihren Abstand im Augenblick zu messen, wo man sie den auf sie einwirkenden Kräften überläßt; so muß man sich doch vorläufig von ihrer wirklichen Berührung mit dem zwischen gesetzten Cylinder oder Metalldraht versichern, indem man, wie schon gesagt, auf die äußeren Flächen der Pendel einen bestimmten Druck anbringt, und zwar in einer Horizontalebene, die, durch den Schwerpunkt und den Mittelpunkt der beiden Pendel geht.

Um diesen Druck auf eine regelmäßige Art herzustellen und nach Erforderniß einer strengen Berechnung unterwerfen zu können, wurden zwei kupferne Räder s , s (Fig. 1 und 2) verfertigt, deren gemeinschaftliche, auf ihrer Ebene senkrecht stehende Axe, mit durchbohrten Scheiben (ronnelles) von Blei Q mehr oder weniger beschwert werden konnte.

Zwei Seitenräden tt (Fig. 2), befestigt an den Enden der Axe, halten diese horizontal liegend an einer Zunge von Kupfer xy (Fig. 1), welche ihrerseits unterhalb des Trägers zu verschieben ist, so daß, indem man die kupfernen Räder mit den äusse-

ren Flächen eines jeden Pendels in Berührung bringt, und dem Mittelpunkt des Apparates die Aufhängepunkte dieser wagenartigen Vorrichtung mehr oder weniger nähert; man den Winkel zwischen dem Aufhängefaden des Pendels und der Vertikale verändern wird, und folglich auch den Druck, der vermöge des Gewichts des Wagens und seiner Bleischeiben in horizontaler Richtung auf die Platten beim Versuche ausgeübt wird.

Wenn dieser horizontale Druck einige Minuten angehalten hat, zieht man die beiden Wagen sanft gegen die Enden des Trägers hin zurück. Die beiden Pendel sind alsdann den sich entgegengesetzten Wirkungen ihrer Schwere und ihrer wechselseitigen Anziehung überlassen; und es ist nur noch nöthig, die Zeit zu beobachten, in welcher sie sich von einander losreißen und zu der Vertikalebene ihrer freien Aufhängung zurückkehren. Zu dem Ende sey:

- das Gewicht der beiden aus Glas und Korkholz zusammengesetzten Pendel in der Flüssigkeit = $2P$
- der Winkel, welche ihre Aufhängefäden, für irgend eine Lage, mit der Vertikale machen = α
- die Spannung des Fadens = T ; die Länge desselben = l
- der Abstand der Aufhängepunkte des einen Pendels von der Vertikalebene, die durch die Mitte des Apparates geht = b
- der Abstand der benetzten Fläche dieses Pendels von der nämlichen Vertikalebene, in irgend einem Punkt des Bogens, den dieses beschreibt = r
- das horizontal zerlegte Gewicht dieses Pendels in diesem Punkt = F
- Endlich der Halbmesser des Metallcylinders oder Drahtes, zwischen den beiden Flächen, um deren anfängliche Entfernung zu messen = c

Nach den Grundsätzen der Statik hat man bekanntlich

$$2P : T :: \sin 2a : \sin a :: 2\cos a : 1$$

und hieraus:

$$T = \frac{P}{\cos a}$$

Wird diese Spannung, welche die Wirkung des Gewichtes P in Richtung des Fadens bezeichnet, horizontal zerlegt, so hat man:

$$\frac{P}{\cos a} : F :: 1 : \sin a \quad \text{und folglich: } F = \frac{P \sin a}{\cos a} = P \tan a,$$

Substituirt man statt der Winkelgrößen die ihnen proportionalen Linien, so findet man:

$$\tan a = \frac{(b-s)}{\sqrt{l^2 - (b-s)^2}} \quad \text{und folglich: } F = \frac{P(b-s)}{\sqrt{l^2 - (b-s)^2}};$$

Diese Horizontalcomponente des Gewichtes des untergetauchten Pendels kann vereinigt gedacht werden an der benetzten Fläche, die einen Theil desselben ausmacht, gleich als wenn dieses Pendel auf eine einzige schwere Fläche zurückgeführt wäre.

Man nehme nun an, daß die Anziehung beider benetzten Flächen, wenn sie sich selbst überlassen und durch einen Zwischenraum $= 2s$ getrennt wären, durch eine gewisse Funktion $\varphi(s)$ dieses Intervalles dargestellt sey: die accelerirende Kraft, mit welcher sie in irgend einem Punkte des von ihnen beschriebenen Bogens sich von einander zu entfernen streben, wird seyn:

$$\frac{P(b-s)}{\sqrt{l^2 - (b-s)^2}} - \varphi(s)$$

und man wird nach den Gesetzen der veränderlichen Bewegung haben, wenn dt das Element der Zeit und

du das Differential des horizontalen Theils der jedesmaligen Geschwindigkeit des Pendels bezeichnet:

$$\left\{ \frac{P(b-s)}{\sqrt{l^2 - (b-s)^2}} - \varphi(s) \right\} dt = du, \quad \text{oder weil } du = \frac{ds}{dt}$$

$$d^2t = \frac{d^2s}{\frac{P(b-s)}{\sqrt{l^2 - (b-s)^2}} - \varphi(s)}$$

oder auch wenn man $\frac{ds}{dt} = p$ setzt:

$$ds = \frac{p dp}{\frac{P(b-s)}{\sqrt{l^2 - (b-s)^2}} - \varphi(s)}$$

eine gefonderte Gleichung in s und p , deren Integration nur von der Form der Funktion $\varphi(s)$ abhängt; denn man hat:

$$p^2 = A + 2 \int ds \left\{ \frac{P(b-s)}{\sqrt{l^2 - (b-s)^2}} - \varphi(s) \right\}$$

und endlich:

$$t = B + \int \frac{ds}{\sqrt{A + 2 \int ds \left\{ \frac{P(b-s)}{\sqrt{l^2 - (b-s)^2}} - \varphi(s) \right\}}}$$

Die in diesem Werthe von t durch die erste Integration eingeführte Constante A muß dergestalt bestimmt werden, daß, wenn s gleich ist der halben Dicke e des Metalldrahtes, das Verhältniß $\frac{ds}{dt} = p$ einen bestimmten Werth habe.

Die andere Constante B bestimmt sich durch die Bedingung, daß $t = 0$ sey, wenn $s = e$.

Endlich wird das Integral, das die Dauer der Zeit t bezeichnet, während welcher die beiden Pendel sich unter dem Einfluß ihrer gegenseitigen Anziehung bewegen, vollständig seyn, wenn man $s = r$

macht; wo r die Dicke der flüssigen Schicht ist, die die Fläche des Glases benetzt und dieser anhaftet.

Für den Fall, wo die Funktion $\varphi(s)$ a priori bekannt und der Werth von t in endlichen Gliedern angebar wäre, bliebe nur übrig, diesen Werth von t durch den Versuch zu bestätigen, und diese Bestätigung würde, wenn sie Statt fände, die Wahrheit des durch $\varphi(s)$ ausgedrückten Anziehungsgesetzes beweisen. So lange indess dieses Gesetz unbekannt ist, kann der Versuch zunächst nur dazu dienen, die in Frage stehenden Attractions-Erscheinungen, unter den verschiedenen zur Abänderung ihres Auftretens geeigneten Umständen, darzuthun. Späterhin können zahlreichere Beobachtungen, mit vollkommeneren Apparaten, die Bestimmung dieses Attractionsgesetzes herbeiführen.

Ehe ich meine Resultate auseinandersetze, ist es zweckmäßig, die Kräfte, welche unser Apparat geeignet ist zu messen, numerisch anzugeben.

Die beiden Glasplatten sind 10 Centimeter breit, 5 Centimeter hoch und halten deshalb 50 Centimeter im Quadrat. Die Dicke jedes Pendels ist 2 Centimeter; das Gewicht desselben im Wasser ist 1 Gramm, die Länge seines Aufhängfadens ist 18 Centimeter.

Nimmt man an, daß der Aufhängepunkt um 15 Centimeter von der Vertikalebene abstehe, die durch die Mitte des Apparates geht, und daß die Dicke des Metalldrahtes, der den anfänglichen Abstand unserer Glasplatten mißt, 0,0563 betrage, so giebt die Substitution dieser numerischen Werthe in der Formel:

$$F = \frac{P(b-o)}{\sqrt{l^2 - (b-o)^2}}$$

für die horizontale Componente des Gewichtes des Pendels im ersten Moment seiner Schwingung, wenn der Centimeter zur Längeneinheit und der Gramm zur Gewichtseinheit genommen wird:

$$F = \frac{1gr (0cent,5 - 0cent,002815)}{\sqrt{(18)^2 - (0,5 - 0,002815)^2}} = 0gr,027911$$

Dies ist die Kraft, mit welcher die beiden Glasplatten, im ersten Moment, nachdem sie mit dem zwischenstehenden Metalldraht in Berührung gesetzt und sich selbst überlassen sind, sich von einander zu entfernen streben,

Die Oberfläche dieser Glasplatten beträgt aber 50 Quadratcentimeter; folglich beträgt die Kraft auf einen Quadrat-Centimeter = 0gr,0005582 und auf einen Quadrat-Millimeter = 0,000005582. Da nun ein Quadratmillimeter noch ein sehr merklicher Flächenraum ist, so sieht man, wie sehr unser Apparat geeignet ist noch Gewichtsmengen anzugeben, die kaum auf die empfindlichste Torsionswage wirken.

Dieses Alles wohl verstanden, gehe ich zur Beschreibung meiner Versuche und zur Auseinandersetzung einiger ihrer Resultate über.

Ich fing damit an, zwischen die benetzten Glasflächen nacheinander zwei kurze Glasylinder zu setzen: 1) von 6, 2) von 4, 3) von 2½ Millimeter Dicke. Nachdem hiedurch der anfängliche Abstand der Glasplatten gemessen war, wurden die beiden Pendel, von welchen sie einen Theil ausmachten, ihrer Schwere überlassen. Der Unterschied zwischen den drei anfänglichen Abständen der Glasplatten von einander, erzeugte keinen Unterschied in der Dauer ihrer ersten halben Oscillation bei jedem Versuche. Diese Dauer betrug 7 Se-

kunden. Der Abstand der Aufhängepunkte beider Pendel von der durch die Mitte des Apparates gehenden Vertikalebene betrug 20 Millimeter.

Es folgt hieraus, daß bei einem Abstände von $\frac{1}{2}$ Millimeter, dem kleinsten, welchen die Glasplatten in den angeführten 3 Beobachtungen befaßen, die flüssigen Schichten, die den Platten anhaften, sich noch nicht durchdringen, d. h. daß die Dicke dieser Schichten geringer ist, als $\frac{1}{2}$ Millimeter. Wir würden zwar durch allmälige Verringerung der Dicke des zwischen die Glasplatten gesteckten Cylinders den Abstand kennen gelernt haben, bei welchem die Anziehung der Glasplatten anfängt merklich zu werden; allein abgesehen davon, daß unser Apparat nicht so geordnet war, um diese Untersuchung leicht und die Resultate hinreichend genau zu machen, war unser Hauptzweck bloß der: das Daseyn dieser Anziehung zu beweisen.

Ich wählte zu dem Ende 5 Proben Silberdraht von verschiedener Dicke, die ich für das Folgende mit Nummern, von dem feinsten an gerechnet, bezeichnen will. Die Durchmesser dieser Drähte betrugen nach genauer Messung des Hrn. Le Baillif:

von No. 1 : 0^{mm},0563

von No. 4 : 0^{mm},1917

• • 2 : 0,1127

• • 5 : 0,2481

• • 3 : 0,1579

Ich legte in senkrechter Stellung an die Glasfläche eines unserer Pendel, einige Millimeter von ihren Extremitäten, zwei Stückchen Silberdraht von der nämlichen Nummer an, spannte sie so viel wie möglich aus, um sie mit der Glasfläche in Berührung zu bringen, wickelte sie um das Pendel und befestigte die Enden mit dem Kopf einer in das Korkprisma ge-

Stechen Nadel. Wenn nach dieser Vorbereitung die Pendel in die Flüssigkeit gebracht, und gegen einander gedrückt wurden, so waren die gegenüberstehenden Flächen genau um die Dicke jenes Silberfadens von einander entfernt. Hebt man nun den Druck auf, der die beiden Pendel in Berührung erhält, nachdem zuvor die Aufhängesäden, nach Messung auf der Richtsheit, um 5, 10, 15, 20 und 25 Millimeter von der Verticale entfernt worden; so ist es leicht zu beobachten, wie viel Minuten oder Sekunden verfließen vom Moment, wo die beiden Pendel sich selbst überlassen wurden, bis zu dem, wo sie in der Vertikale anlangen.

Die folgende Tabelle enthält die Reihe unserer Beobachtungen. Sie wurden in den ersten Tagen des Junimonats angestellt, während die Temperatur von 17 bis 24° C. abwechselte.

Die erste Kolumne der Tafel zeigt, in Centimetern, den Abstand der Aufhängepunkte des einen Pendels von der festen Vertikalebene, die durch die nämlichen Punkte geht, wenn die beiden Pendel in ihrer natürlichen Lage in Berührung gesetzt sind.

Die 5 folgenden Kolumnen enthalten die horizontalen Componenten des Gewichtes dieser Pendel in verschiedenen Lagen ihrer Aufhängepunkte und für ihre anfänglichen Abstände, wie sie folgeweise durch jeden der 5 zwischengelegten Metalldrähte bestimmt wurden.

Die 5 letzten Kolumnen endlich enthalten die Dauer der ersten halben Oscillation eines der Pendel, entsprechend den verschiedenen Graden der Ablenkung ihrer Aufhängesäden und den verschiedenen anfänglichen Abständen der Glasplatten.

Ablenkung der Fäden	Horizontalcomponente des Gewichtes der Pendel; ihr ursprünglicher Abstand gemessen durch die Drähte:				
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
cent.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
0,5	0,02763	0,02747	0,02740	0,02725	0,02710
1,0	0,05548	0,05532	0,05520	0,05510	0,05495
1,5	0,08386	0,08319	0,08318	0,08313	0,08286
2,0	0,11164	0,11154	0,11136	0,11133	0,11116
2,5	0,14023	0,14022	0,13980	0,13972	0,13956

Wirft man einen Blick auf die Zahlen der letzten 5 Kolumnen, so sieht man, daß, bei gleichem anfänglichen Abstände der Glasplatten, die Dauer der ersten halben Schwingung des Pendels um so geringer ist, als die Kraft größer ist, die dasselbe zur Verticale zurückzuführen trachtet. Ist nämlich die Ablenkung der Aufhängesäden 5 Millimeter, der ursprüngliche Zwischenraum zwischen den Glasplatten, durch die Dicke des Fadens No. 1 gemessen: $0^m,0563$, und folglich die Kraft, die sie zur Verticale zurückzubringen trachtet, durch $0^r,02763$ ausgedruckt, so ist die Dauer der ersten vollen halben Schwingung 852 Sekunden; während, wenn bei dem nämlichen ursprünglichen Zwischenraum die Aufhängesäden um 25 Millimeter abgelenkt sind, und folglich die Kraft, welche sie zur Vertikale zurückzuführen trachtet, durch $0^r,14023$ ausgedruckt ist, die Dauer dieser halben Schwingung nicht mehr als 184 Sekunden beträgt.

Diese Verringerung der Dauer der ersten Oscillationen des Pendels, nach dem Maasse als die Kraft, die sie erzeugt, beträchtlicher wird, ist eine nothwendige Folge der mechanischen Gesetze, und unter diesem

Dauer der ersten halben Schwingung der Pendel;

ihr ursprüngl. Abstand gemessen durch die Drähte:

No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
832"	585"	380"	273"	163"
440	261	217	128	91
296	177	145	79	64
225	131	110	56	51
184	106	90	44	37

Gefichtspunkt bestätigen unsere Versuche nur eine bekannte Wahrheit.

Wenn man aber, in den nämlichen Horizontalreihen der Tafel die Dauer der ersten Oscillationen des Pendels betrachtet, wo die Ablenkung der Aufhängefäden dieselbe blieb und nur der ursprüngliche Zwischenraum der Glasplatten verändert ward, so sieht man, daß die Dauer der Schwingungen um so größer ist, als dieser anfängliche Zwischenraum kleiner ist.

War so z. B. der Silberdraht No. 1 zwischen die Glasplatten gesteckt, oder was gleich ist, diese anfänglich um 0^{mm},0565 von einander entfernt, so betrug die Dauer der ersten halben Schwingung 832"; während, wenn der ursprüngliche Zwischenraum dieser beiden Flächen durch den Silberdraht No. 5 von 0^{mm},248 gemessen wurde, die Dauer der ersten halben Schwingung nur 163" betrug, d. h. ungefähr 5mal weniger.

Bevor aus diesen Beobachtungen irgend eine Folgerung gezogen wird, ist es zweckmässig, die wesentlichen Umstände von ihnen anzugeben.

Sobald die Glasplatten, nach vorhergehender ge-

gegenseitiger Annäherung bis zu dem Abstände, der vom Durchmesser eines unserer Drähte gemessen wird, ihrer Schwere und ihrer wechselseitigen Anziehung überlassen wurden, schienen sie auf eine mehr oder weniger lange Zeit gänzlich aller Bewegung beraubt. Indefs bewegen sie sich, aber mit einer fast unmerklichen Geschwindigkeit; ihr Abstand von einander fährt fort sich zu vergrößern, bald kann man den Zwischenraum schätzen, und zwar mit um so größerer Leichtigkeit, als die Platten noch im Gleichgewicht stehend und sich gegenseitig zurückhaltend erscheinen; sind sie endlich bis zu 2 oder $2\frac{1}{2}$ Millimeter Abstand gelangt, so scheinen sie sich loszureißen, und die Geschwindigkeit, mit welcher sie sich entfernen, wächst plötzlich, bis das Pendel, von dem sie einen Theil ausmachen, sich wieder in der Vertikale befindet. Die ganze Dauer einer Schwingung theilt sich, wie man sieht, in zwei sehr verschiedene Zeiten. Die erste, mehr oder weniger lang, ist diejenige, während welcher die Anziehung der Glasplatten mit größerer oder geringerer Stärke ihrer Schwere entgegenwirkt, oder was dasselbe ist, während welcher die Wasserfächten, die die Flächen benetzen und ihnen anhaften, sich gegenseitig durchdringen, die zweite, welche im Vergleich mit der ersten stets außerordentlich kurz ist, ist diejenige, welche von dem Augenblicke an verstreicht, wo die die beiden Flächen benetzenden Wasserfächten aufhören sich zu durchdringen und gewissermaßen auseinander fahren bis zur Rückkehr des Pendels zur Vertikale. Während dieses letzten Theils der Schwingung haben die beiden Pendel die Gränze ihrer gegenseitigen Anziehung überschritten,

und gehorchen nur der Schwere, abgeändert durch den Widerstand der Flüssigkeit, in welcher sie schwingen.

Nun geht aus den ersten, so eben erwähnten, Beobachtungen hervor, daß wenn man den anfänglichen Abstand der Glasplatten durch Zwischensetzung von Cylindern bestimmt, deren Durchmesser folgeweise von 6 Millimetern bis zu $2\frac{1}{2}$ Mllmtr. abnimmt, die Dauer der ersten halben Schwingung unserer Pendel ungefähr 7 Sekunden beträgt. Wenn man also annimmt, daß für jeden andern ursprünglichen Zwischenraum, kleiner als $2\frac{1}{2}$ Mllmtr., die Dauer dieser halben Schwingung 7 Sekunden übersteigt, so muß man daraus schließen, daß bei diesem Abstände von $2\frac{1}{2}$ Mllmtr. die flüssigen Schichten, welche den Glasplatten anhaften, aufhören sich zu durchdringen, oder auch, daß die Dicke dieser Schichten $1\frac{1}{4}$ Mllmtr. beträgt.

Da es sich in diesem Augenblick nur darum handelt, die Erscheinung selbst, nachzuweisen und nicht darum die Gesetze streng anzugeben, so können wir die so eben angeführte Hypothese annehmen.

Mithin beträgt die horizontale Entfernung, die jede unserer Glasplatten durchläuft, so lange sie unter dem Einfluß ihrer gegenseitigen Anziehung bleiben: $1\frac{1}{4}$ Millimeter, weniger die halbe Dicke des Fadens, welcher den ursprünglichen Abstand der Platten mißt; und die Zeit um diesen Raum zu durchlaufen, wird die ganze Dauer der beobachteten Oscillation seyn, verringert um die constante Anzahl von 7 Sekunden.

Diese Räume und die Zeiten, in welchen sie durchlaufen wurden, sind in folgender Tafel enthalten:

Ablenkung der Fäden	Anfänglicher Abstand der Glasplatten			
	den Draht No. 1		den Draht No. 2	
	durchlauf. Raum	gebraucht. Zeit	durchlauf. Raum	gebraucht. Zeit
centmtr	centmtr		centmtr	
0,5		825''		578''
1,0		433		254
1,5	0,1222	289	0,1194	170
2,0		218		124
2,5		177		99

Man sieht, daß, wenn der ursprüngliche Abstand der Glasplatten $0^{\text{mm}},0563$ (Draht No. 1), und die Ablenkung des Aufhängefadens 5 Millimeter betrug, das Pendel 825'' gebrauchte, um einen Raum von $1^{\text{mm}},22$ zu durchlaufen. Die mittlere Geschwindigkeit, mit der dieser Raum durchlaufen worden, betrug also: $0,^{\text{cent}}000148 = \frac{148}{1000000}$ Millimeter in der Sekunde.

Man sieht auch, daß wenn bei gleicher Ablenkung der Aufhängefäden der ursprüngliche Abstand der Glasplatten $0,^{\text{mm}}2481$ (Draht No. 5) betrug, das Pendel 156'' gebrauchte, um $1,^{\text{mm}}126$ zu durchlaufen; die mittlere Geschwindigkeit mit der dieser Raum durchlaufen wurde, betrug also $0,^{\text{cent}}00071795 = \frac{718}{1000000}$ Millimeter, d. h. war 5mal größer, als wenn das ursprüngliche Intervall der Glasplatten 4 bis 5mal kleiner war.

Wenn aber die Geschwindigkeit geringer war, so war das anfängliche Vermögen der Schwerkraft, die Pendel nach der Vertikale zurückzuführen, größer, weil in diesem Fall die GröÙe e der Formel:

ten von einander, gemessen durch:

den Draht No. 3		den Draht No. 4		den Draht No. 5	
durchlauf. Raum	gebraucht. Zeit	durchlauf. Raum	gebraucht. Zeit	durchlauf. Raum	gebraucht. Zeit
centmtr		centmtr		centmtr	
	373''		266''		156''
	210		121		84
0,1171	138	0,1154	72	0,1126	57
	103		49		44
	83		37		30

$$F = \frac{P(b-s)}{\sqrt{l^2 - (b-s)^2}}$$

kleiner war; und umgekehrt, wann die Geschwindigkeit gröfser war, war die anfängliche Kraft der Schwere geringer.

Mithin hat blofs die Anziehung, welche die benetzten Flächen auf einander ausüben, einen Einfluß auf die Verringerung oder Vergrößerung der beobachteten Geschwindigkeiten.

Und folglich: *wenn diese Flächen, gänzlich eingetaucht in einer Flüssigkeit, die sie zu benetzen fähig ist, parallel einander hinreichend genähert werden, damit die ihnen anhaftenden Schichten sich gegenseitig durchdringen; so üben sie vermittelt der zwischenliegenden Flüssigkeit, in merklichen Abständen und scharf bestimmbar, Anziehungen auf einander aus, um so größere, als diese Abstände kleiner sind.*

Dies ist die allgemeine Folgerung, welche ich mich heute begnüge, aus meinen Beobachtungen abzuleiten. Durch Wiederholung derselben mit andern Flüssigkeiten als Wasser wird man die veränder-

liche Dicke der Schichten dieser verschiedenen Flüssigkeiten bestimmen können, welche den von ihnen benetzten Flächen anhaften; aber diese Versuche müssen, um sie vergleichbar zu machen, bei der nämlichen Temperatur angestellt werden; denn hier, wie bei dem Durchfließen durch Haarröhrchen, übt die Temperatur einen großen Einfluß auf die Resultate aus, welche man erhält.

Ich habe z. B. bemerkt, daß, unter übrigens gleichen Umständen, bei 5° C. unsere beiden Glasplatten 783'' gebrauchen, um sich von einander zu entfernen, während sie bei 20° C. nur einen Zeitraum von 520'' dazu erfordern.

(Am Schlusse sagt Hr. Girard, daß der Apparat, welchen er der Akademie vorlege, schon seit zwanzig Jahren ausgeführt worden sey; die Versuche aber, zu denen derselbe bestimmt war, mehr Zeit erforderten, als er ihnen bis jetzt habe widmen können; daß er den Apparat selbst einer Vervollkommnung fähig halte, und es den Mitgliedern der Akademie, welche sich für diesen Zweig der Physik interessiren, überlasse, diese Untersuchungen weiter zu verfolgen.)

III.

*Ueber die Verdunstungskälte und deren Anwendung
auf Hygrometrie;*

von

E. F. AUGUST, Professor in Berlin.

Bei mehreren Beobachtungen über die Verdunstungskälte des Wassers in der freien Luft bediente ich mich zufälliger Weise zweier kleinen Thermometer, die, zu Daniell'schen Hygrometern bestimmt, sorgfältig gegen einander abgeglichen worden. Sie waren, wie es bei diesem Hygrometer bis jetzt noch üblich ist, nach Fahrenheit getheilt und stimmten beide sehr gut mit dem inneren Thermometer eines Daniell'schen Hygrometers überein, das ich bei meinen Beobachtungen verglich. Ich umwickelte die Kugel des einen kleinen Thermometers mit Musselin, den ich durch einen damit in Verbindung gesetzten und in ein Gläschen mit Wasser gelegten Löschpapierstreifen fortwährend feucht erhalten konnte. Das andre Thermometer blieb trocken und zeigte frei aufgehängt die Temperatur der umgebenden atmosphärischen Luft an. Da nun, wie bekannt, ein befeuchtetes Thermometer immer niedriger steht, als ein trocknes, wenn die umgebende Luft nicht vollkommen mit Wasserdunst gesättigt ist, und da die Differenz beider Thermometer constant bleibt, so lange sich der Zustand der umgebenden Luft nicht ändert; so wurde es leicht,

bei meiner Vorrichtung den Temperaturunterschied beider Thermometer von Zeit zu Zeit genau zu beobachten und das Resultat jeder Beobachtung mit einem Versuche am Daniell'schen Hygrometer zu vergleichen.

Sehr bald bemerkte ich, daß die Differenz des feuchten und trocknen Thermometers mit ziemlicher Genauigkeit jedes Mal halb so groß war, wie die Differenz des innern und äußern Thermometers an dem Daniell'schen Instrumente im Augenblicke des Beschlagens.

Am Daniell'schen Hygrometer zeigte sich z. B. äußerlich der hauchartige Beschlag, während das innere Thermometer $56,5^{\circ}$ Fahr. zeigte, und verlor sich wieder bei $57,3^{\circ}$. Die Temperatur der Luft war 77° . Die Differenz des Mittels jener Angaben von der letzten beträgt $20,1^{\circ}$ die halbe Differenz also $10,05^{\circ}$. Das feuchte Thermometer stand auf 67° , hatte also gegen die Luft eine Differenz von 10° , welches mit der eben berechneten halben Differenz des Daniell'schen Instrumentes genau übereinstimmt. Dieser Versuch wurde im verschlossenen Zimmer mit derjenigen Vorsicht angestellt, die das Daniell'sche Hygrometer immer erfordert, wenn die Anzeigen desselben zuverlässig seyn sollen. Sie sind aber um so zuverlässiger, je näher die Punkte des Entstehens und Verschwindens des Hauchringes einander liegen. Viele andre Versuche bei verändertem Luftzustande, sowohl im Freien, als auch im Zimmer, und unter einer Campana versicherten mich von der Richtigkeit meiner Beobachtung. Ein Hygrometer war also leicht eingerichtet. Meine beiden genau correspondirenden Thermometer

wurden an einem Bretchen perpendicular herabhängend befestigt und alles so eingerichtet, daß sie von der Wand, an der das Bretchen hing, gehörig weit abstanden, um der Luft freien Zutritt zu gewähren. Der Musselinstreif des feuchten Thermometers wurde in ein Gläschen mit Wasser geleitet, das hinter dem Bretchen befestigt war. Da das Wasser schon in diesem Musselinstreif zum Theil verdunstet; so bringt es die der Verdunstung zukommende Temperaturerniedrigung schon mit an die Thermometerkugel und macht die Beobachtung zuverlässiger. An diesem Instrumente, für welches ich den Namen *Psychrometer* vorschlage, kann man aus der Differenz der beiden Thermometer die Veränderungen der Feuchtigkeit in der Luft bequem beobachten, ohne einen Versuch zu machen, wie bei dem Daniell'schen Hygrometer nothwendig ist. Auch hier wird man wie bei jenem Instrumente schließen, daß, je näher beide Thermometer sind, desto feuchter auch die Luft sey; je entfernter, desto trockner; und nach der oben angeführten Bemerkung wird die Verdopplung dieser Differenz mit ziemlicher Genauigkeit angeben, um wie viel Grade die Luft sich abkühlen müßte, um den in ihr enthaltenen Dunst zum Theil tropfbar niederzuschlagen; was bekanntlich durch die Differenz des äußeren und inneren Thermometers am Daniell'schen Instrumente unmittelbar angegeben wird. (Man sehe die Beschreibung desselben unter andern auch in diesen Annalen Jahrgang 1820, 6tes und 8tes Stück.)

Das oben erwähnte einfache Verhältniß zwischen den Angaben des befeuchteten Thermometers und denen des Daniell'schen Hygrometers ist zwar, wie die spä-

tere Untersuchung zeigen wird, nicht allgemein, trifft aber bei gewöhnlichem Barometerstande und in mittleren Temperaturen ziemlich genau zu, so daß sie sich bei allen meinen Beobachtungen innerhalb der Gränzen zweier Fahrenheit'schen Grade bewährt hat. Besonders waren folgende Versuche zur Prüfung dieser Uebereinstimmung sehr geeignet,

Das Daniell'sche Hygrometer muß bei unveränderter Feuchtigkeit der Luft immer bei derselben Temperatur des inneren Thermometers einen Hauchring erhalten, die Luft mag kälter oder wärmer seyn. Wird sie wärmer, so dehnt sie sich aus und der Dunst mit ihr nach denselben Gesetzen, ohne seine Expansivkraft zu ändern. Er muß also immer wieder bis zu demselben Grade erkalten, wenn er tropfbar oder als Hauchring sichtbar werden soll. Stimmt nun ein befeuchtetes Thermometer mit dem Daniell'schen Instrument auf die beschriebene Art überein, so muß die doppelte Differenz desselben von dem Stande des trocknen Thermometers abgezogen immer auf dieselbe Temperatur zurückführen, wenn sich die Feuchtigkeit der Luft nicht sehr geändert hat; und diese muß mit der Temperatur des inneren Thermometers am Daniell'schen Hygrometer übereinstimmen. Ich suchte daher in einem Garten bei ziemlich ruhiger nicht sehr veränderlicher Witterung, während die Sonne schien, mehrere Plätze von verschiedener Erwärmung auf, an denen ich gleichen Dunstgehalt voraussetzen konnte. Brachte ich nun das Instrument in möglichst kurzer Zeit an alle diese Plätze, so veränderten zwar jedes Mal beide Thermometer ihren Stand; wenn ich aber den doppelten Unterschied ihrer Angaben von der Tem-

peratur der freien Luft abzog, erhielt ich jederzeit ziemlich dieselbe Anzahl von Graden, welche mit den Anzeigen des Daniellschen Instrumentes übereintraf.

In dieser Art machte ich z. B. am 30ten Juli Mittags 5 Beobachtungen, drei im Schatten, zwei im Sonnenschein, deren Resultate folgende waren:

a) im Schatten;

- 1) das trockne Thermometer 75° , das feuchte 59° , die Differenz ist also 16° , verdoppelt 32° , dies von 75° abgezogen giebt 43° ;
- 2) das t. Th. 77° , das f. 60° , Differenz 17° , verd. 34° , von 77° abgez. giebt 43° ;
- 3) das t. Th. 76° , das f. 60° , Differenz 16° , verd. 32° , von 76° abgez. giebt 44° ;

b) im Sonnenschein:

- 4) das t. Th. 83° , das f. 63° , Differenz 20° , verd. 40° , von 83° abgez. giebt 43° ;
- 5) das t. Th. 87° , das f. 65° , Differenz 22° , verd. 44° , von 87° abgez. giebt 43° .

Das Daniellsche Hygrometer gab an einer Stelle im Schatten 42° an.

Eine vierwöchentliche Beobachtung ergab jederzeit dieselben Resultate und ich konnte mich für überzeugt halten, daß die oben angegebene Uebereinstimmung dieses Psychrometers mit dem Daniellschen Hygrometer bei einem Barometerstande von 331 — 340 Linien Paris, und einer Temperatur von $10 - 24^{\circ}$ Reaum, ohne bedeutende Abweichung Statt finde.

Da nun die Beobachtung dieses Instrumentes so einfach ist und viele Vorzüge vor der des Daniellschen Hygrometers hat; so mußte es mir wichtig seyn, zu untersuchen, in welchen Gränzen überhaupt diese Uebereinstimmung eingeschlossen sey, und ob sich nicht aus den Angaben des Psychrometers in jedem

Fälle auf eine einfache Weise der Dunstgehalt der Luft würde bestimmen lassen.

Die von mir darüber angestellten mathematischen Untersuchungen stimmen so genau mit den von Hrn. Gay-Lussac für die Verdunstungskälte in trockner Luft angewandten, und durch Versuche bewährten Formeln *), und mit Hrn. Ivory's Formeln **), welche ich durch gütige Mittheilung des Herausgebers dieser Annalen kennen lernte, überein, daß ich es der Mühe für werth halte, sie hier vollständig vorzulegen, da meines Wissens etwas Aehnliches in deutschen Schriften noch nicht geschehen ist.

Wenn man ein befeuchtetes Thermometer den Einwirkungen der atmosphärischen Luft aussetzt, und diese ist noch nicht vollkommen mit Wasserdunst gesättigt, so wird sich Dunst an demselben entwickeln, das Thermometer wird dadurch abgekühlt werden, da die Wärmebindung mit der Dunstentwicklung verbunden ist. Denken wir uns nun den Einfluß der Wärme von Außen her fort; so werden wir ein Sinken des Thermometers bis zu dem Punkte annehmen müssen, wo der im Maximo an dem Thermometer gebildete Dunst gleiche Expansivkraft mit dem in der Atmosphäre schon vorhandnen Dunste hat. Denn je kälter das Thermometer wird, desto kälter wird auch die Feuchtigkeit an demselben, desto schwächer also die Expansivkraft, mit der sich der Dunst aus dieser Feuchtigkeit entwickelt. Wenn diese nun so gering geworden ist, daß der Druck des Dunstes in der Luft

*) Annales de Chem. et Phys. Tom. XXI. p. 86.

**) Philosophic Magazine, Tom. LX. p. 81.

dem neugebildeten am Thermometer das Gleichgewicht hält; so wird keine Erkaltung weiter Statt finden können: indem bei einer niedrigeren Temperatur nicht nur die Dunstentwicklung gehindert seyn, sondern sich auch noch Dunst aus der Luft am Thermometer condensiren würde. Man sieht also ein, daß unter der Voraussetzung, daß das feuchte Thermometer von Außen her keine Wärme empfängt, dieses so tief sinken würde, wie das innere Thermometer am Daniellschen Instrument beim Entstehen des Ringes. Nun wirkt aber die von Außen andringende Wärme auf das Thermometer mit dem Bestreben, sowohl dieses als auch die feuchte Belegung desselben, und den daran gebildeten Dunst mit der äußeren Luft in thermometrischem Gleichgewichte zu erhalten. Aus dem entgegengesetzten Wirken dieser beiden Thätigkeiten, der Wärmebindung beim Verdunsten und der Wärmemittheilung von Außen, entsteht nun jenes Verharren des Thermometers auf dem constanten Punkte, bei dem sich beide Thätigkeiten das Gleichgewicht halten. Dieser constante Punkt der Verdunstungskälte muß daher zwischen der Temperatur der freien Luft und der Angabe des Daniellschen Hygrometers liegen. In wie fern aber und unter welchen Umständen er genau in der Mitte zwischen diesen beiden Punkten liegt, muß eine genaue Untersuchung ergeben.

Mit Gewissheit ist anzunehmen, daß der feuchten Belegung aus der umgebenden Luft in jedem Momente eben soviel Wärme zugeführt wird, als die Verdunstung der Feuchtigkeit Wärme bindet, weil sonst der Stand des Thermometers nicht bleibend seyn

könnte. Es kommt also nur darauf an, aus der Temperatur der Luft und des Instrumentes, so wie aus dem Barometerstande diese Wärmemenge zu bestimmen, um daraus den Feuchtigkeitsgehalt der Luft berechnen zu können.

Die Luft um das feuchte Thermometer wird in der nächsten Schicht, die wir so klein annehmen können, als wir wollen, die Temperatur des Thermometers annehmen und sich bei dieser Temperatur im Dunst sättigungszustande befinden, indem der in ihr schon vorhandene Dunst durch den neu entwickelten bis zum Maximum vermehrt worden ist. Diese unmittelbare Umgebung des Thermometers (ein Raum, etwa von zwei concentrischen sehr nahen Kugelflächen begrenzt), in der wir gleiche Temperatur mit dem Thermometer und ein Dunstmaximum annehmen können, wollen wir bei unsrer Betrachtung zunächst zum Grunde legen. Es befinden sich in diesem Raume drei Bestandtheile: 1) trockene Luft; 2) atmosphärischer Dunst (so will ich die Dunstmenge nennen, welche die umgebende Luft schon enthält); 3) neugebildeter Dunst. Die ersten beiden Bestandtheile haben nun offenbar ihre Wärme hergegeben, um die Bildung des dritten zu befördern. Was also die trockne Luft und der atmosphärische Dunst an Wärme verloren haben, das hat der neugebildete Dunst bei seiner Entstehung gebunden.

Um nun sowohl die Wärmebindung von der einen, als auch die Wärmemittheilung von der andern Seite messen zu können, wollen wir das Gewicht dieser dünnen Schicht, als trockne Luft unter dem Barometerstande $n = 28''$ und bei der Temperatur

des Gefrierpunktes gedacht, durch ω bezeichnen und als Einheit dieser Zahl das Gewicht eines Cubikfußes Wasser bei 0° annehmen. Der jedesmalige Barometerstand bei der Beobachtung werde durch b , so wie die Temperatur der Luft durch t , und die erniedrigte Temperatur der Verdunstungskälte durch t' bezeichnet. Ferner sey e' , die zu der Temperatur t' gehörige Expansivkraft des Wasserdunstes im Maximo, und e die Expansivkraft des in der Luft vorhandenen Dunstes.

In dem bei unsrer Betrachtung zum Grunde gelegten Raume stehen trockene Luft und Dunst zusammen unter dem Drucke b , da aber der Dunst bei der Temperatur t' im Maximo ist, mithin die Expansivkraft e' hat, so bleibt für die trockene Luft der Druck $b - e'$. Bezeichnen wir nun das Gewicht dieser trocknen Luft mit L , so ist $L : \omega$ zusammengesetzt aus dem Verhältniß des Druckes $b - e' : n$, und aus dem umgekehrten Verhältniß der Wärme $1 : 1 + mt'$, wobei m den bekannten Ausdehnungscoefficienten für einen Grad (nämlich 0,00375 bei hunderttheiliger Scala) bezeichnen soll. Es ist also:

$$L : \omega = b - e' : n (1 + mt') \text{ folglich}$$

$$L = \frac{b - e'}{n} \cdot \frac{\omega}{1 + mt'}$$

Der Dunst, welcher in der angenommenen Schicht, unter dem Drucke e' steht, enthält sowohl den atmosphärischen Dunst, welcher den Druck e hat, als auch den neugebildeten. Der letztere steht also unter dem Drucke $e' - e$. Nennen wir nun das Gewicht des atmosphärischen Dunstes D , so ist das Verhältniß $D : \omega$ aus drei Verhältnissen zusammengesetzt, näm-

lich: 1) aus dem Verhältniß der Dichtigkeiten $\delta : 1$, wenn wir unter δ das specifische Gewicht des Dunstes gegen trockne Luft verstehen; 2) aus dem Verhältniß des Druckes $e : n$; 3) aus dem umgekehrten Verhältniß der Temperaturen $1 : 1 + mt'$. Es ist also:

$$D : w = \delta o : n (1 + mt'); \text{ folglich}$$

$$D = \frac{o}{n} \cdot \frac{\delta o}{1 + mt'}$$

Auf dieselbe Weise werden wir das Gewicht des neugebildeten Dunstes, das durch d bezeichnet werden mag, bestimmen. Es ist also:

$$d = \frac{e' - o}{n} \cdot \frac{\delta o}{1 + mt'}$$

Wenn nun die Wärmecapacität der Luft $= \gamma$ bekannt ist; unter welcher Zahl wir die verhältnißmäßige Wärme verstehen, welche die Temperatur der Luft um 1° erhöht, auf eine Einheit bezogen, welche die Wärmemenge ausdrückt, die erforderlich seyn würde, um einer gleich großen Gewichtsmenge Wassers dieselbe Temperaturerhöhung zu geben; so ist deutlich, daß die von der Luftmasse L , bei dem Uebergange aus der Temperatur t in die niedrigere t' abgetretene Wärmemenge durch

$$L \cdot \gamma (t - t') = \frac{e' - o}{n} \cdot \frac{w}{1 + mt'} \gamma (t - t')$$

vorge stellt wird, zu welcher Zahl als Einheit diejenige Wärmemenge gehört, welche die Temperatur eines Cubikfußes Wasser um einen Grad erhöhen würde.

Stellen wir eben so die specifische Wärme des Wasserdunstes für einen Grad durch k vor, so ist

$$D \cdot k (t - t') = \frac{o}{n} \cdot \frac{\delta o}{1 + mt'} k (t - t')$$

der Wärmegehalt, den der atmosphärische Dunst an das Thermometer abgetreten hat, auf dieselbe Einheit bezogen.

Wenn endlich unter λ die latente Wärme des Wasserdunstes, d. h. diejenige Zahl verstanden wird, welche angiebt, um wieviel Grade eine dem gebildeten Dunst gleiche Gewichtsmenge Wassers durch die Wärme, welche der Dunst gebunden hat, erhöht werden kann; so ist offenbar

$$d \cdot \lambda = \frac{\sigma' - \sigma}{n} \cdot \frac{\delta \cdot \lambda \cdot \omega}{1 + mt'}$$

ein Ausdruck, für die durch den neugebildeten Dunst gebundene Wärmemenge, auf eine Einheit bezogen, welche, wie in den beiden vorigen Fällen, die Wärmemenge bestimmt, durch die ein Cubikfuß Wasser um einen Grad erhöht werden kann.

Da nun, wie wir oben erinnert haben, die von der Luft L und dem Dunste D abgetretene Wärme der durch den Dunst d gebundenen gleich ist; so erhalten wir folgende Gleichung:

$$\frac{b - \sigma'}{n} \cdot \frac{\omega}{1 + mt'} \cdot \gamma \cdot (t - t') + \frac{\sigma}{n} \cdot \frac{\omega \delta}{1 + mt'} \cdot k (t - t') = \frac{\sigma' - \sigma}{n} \cdot \frac{\delta \omega \lambda}{1 + mt'}$$

oder mit Auslassung der gleichen Factoren zu beiden Seiten:

$$(b - \sigma') \gamma (t - t') + \sigma \delta k (t - t') = (\sigma' - \sigma) \delta \lambda$$

Aus dieser Gleichung folgt für die Expansivkraft des in der Luft vorhandenen Dunstes der Ausdruck:

$$\sigma = \frac{\sigma' - \frac{\gamma}{\delta \lambda} (b - \sigma') (t - t')}{1 + \frac{k}{\lambda} (t - t')} \quad \text{oder}$$

$$e = \frac{1 + \frac{\gamma}{\delta \lambda} (t - t')}{1 + \frac{k}{\lambda} (t - t')} e' - \frac{\frac{\gamma}{\delta \lambda} (t - t')}{1 + \frac{k}{\lambda} (t - t')} b.$$

Durch diese Formel wird also die Expansivkraft des atmosphärischen Dunstes $= e$, bestimmt; wenn bekannt ist:

1) die Temperatur der Luft t , bei den folgenden Rechnungen nach Centesimalgraden bestimmt.

2) Die Verdunstungskälte t' , zu der das befeuchtete Thermometer des Psychrometers hinabsinkt, auf gleiche Scale mit t bezogen.

3) Die zu der Temperatur t' gehörige Expansivkraft des Wasserdunstes im Maximum $= e'$, auf gleiche Einheit mit dem Barometerstande zurückgeführt. Im Folgenden werden die Biot'schen nach Dalton berechneten Zahlen angewendet werden, die in Millimetern den Werth von e' angeben.

4) Der Barometerstand b , bei 0° in gleicher Einheit mit der Expansivkraft des Dunstes ausgedrückt, also hier in Millimetern.

5) Die specifische Wärme der trocknen Luft γ . Nach den zuverlässigsten Angaben aus Biot 0,2669. (Log $\gamma = 0,4263486 - 1$.)

6) Die specifische Wärme des Wasserdunstes k , nach denselben Angaben 2,8470. (Log $k = 0,9278834 - 1$.)

7) Die Dichtigkeit des Wasserdunstes, im Vergleich zur trocknen Luft δ , nach denselben Angaben 0,62549. (Log $\delta = 0,7948295 - 1$.)

8) Die latente Wärme im Wasserdunste λ , nach

Gay-Lussac 550° Centesim. (Nach Watt 524°.)*) (Log $\lambda = 2,7403627$ oder Log $\lambda = 2,7201593$.)

Bringen wir alle constanten Gröſſen, die bis jetzt durch griechische Buchstaben bezeichnet worden sind, in Zahlen und folgen in der Annahme der latenten Wärme Gay-Lussac's Bestimmungen, so erhalten wir

$$e = \frac{e' - 0,00077832 (b - e') (t - t')}{1 + 0,0015400 (t - t')}$$

oder

$$e = \frac{1 + 0,00077832 (t - t')}{1 + 0,0015400 (t - t')} e' - \frac{0,00077832 (t - t')}{1 + 0,0015400 (t - t')} b.$$

Da aber $t - t'$ schwerlich über 20° betragen wird, so kann für hygrometrische Beobachtungen folgende Formel gnügen:

$$e = e' - \frac{0,00077832 (t - t')}{1 + 0,0015400 (t - t')} b,$$

wobei höchstens um $\frac{1}{100} e'$, d. i. nach den Dalton'schen Zahlen höchstens 0,1 Millimeter gefehlt werden kann.

Diese Formel geht noch mehr vereinfacht in folgende über:

$$e = e' - 0,00077832 (t - t') b,$$

wobei höchstens um 0,03 vom Werthe des zweiten Gliedes gefehlt werden kann, welches wiederum mit 0,1 Millim. übereinstimmt. Daher wird man die Expansivkraft des Wasserdunstes in den meisten Fällen noch in den Zehnteln der Millimeter ziemlich genau erhalten, was für Beobachtungen, die nicht die größte Schärfe verlangen, meistens ausreicht. Kürzt man den

*) Die letztere Annahme besonders noch durch anderweitige Versuche bewährt in Fischers mechan. Naturlehre. Dritte Aufl. I. Thl. pag. 204.

Zahlenfactor des zweiten Gliedes bis zur vierten Decimale ab, so erhält man:

$$e = e' - 0,0008 (t - t') b,$$

welcher Ausdruck auch auf die Wattsche Bestimmung der latenten Wärme noch passen würde.

Die Uebereinstimmung der Formel

$$(e' - e) \delta \lambda = (b - e') \gamma (t - t') + e \delta k (t - t')$$

mit den über die Verdunstung des Wassers bekannten Gesetzen, ergibt sich aus folgenden Prüfungen.

1) Setzt man in derselben $t = t'$ so ist $t - t' = 0$, mithin $e' - e = 0$ oder $e' = e$, das heisst, wenn beide Thermometer des Psychrometers übereinstimmen, ist die Luft mit Dunst gesättigt; indem der in ihr vorhandne Dunst dieselbe Expansivkraft hat, wie der im Maximo sich an der feuchten Belegung der Kugel entwickelnde Dunst.

2) Setzt man $e = 0$, so wird dadurch die Luft als vollkommen trocken angenommen und die Formel geht in

$$e' \delta \lambda = (b - e') e (t - t')$$

über.

Diese Formel entwickelt Gay-Lussac, bei dem besondren Falle der Bestimmung der Verdunstungskälte in trockner Luft. Die Versuche, welche er darüber anstellte, stimmen ziemlich genau mit der Formel überein; doch zeigt sich eine regelmässige Vermehrung der Differenz zwischen Formel und Versuch, je mehr die äussere Temperatur zunimmt. Bei 0° z. B. sank das feuchte Thermometer um $5,82^\circ$, die Rechnung gab $5,85$; bei 25° hingegen sank das feuchte

Thermometer um 14,70, die Rechnung giebt 15,75. Gay - Lussac giebt in dem erwähnten Aufsatze selbst als Ursache dieser Abweichung die Schwierigkeit an, bei einer sehr niedrigen Temperatur der äusseren Luft, das Zimmer und den Apparat lange Zeit constant in derselben höheren Temperatur zu erhalten. Vielleicht lag die Ursache aber auch in der unvollkommenen Abtrocknung der angewandten Luft, welche von dem Gazometer ausströmend, nur durch eine mit salzsaurem Kalk gefüllte Röhre geleitet wurde, ehe sie gegen das feuchte Thermometer strömte. Dafs ein solches Verfahren zum vollkommenen Austrocknen hinreichte, kann bezweifelt werden. Man vergleiche darüber unter andern die im XV. Bande dieser Annalen, S. 146 etc. enthaltenen Bemerkungen. In der That, wenn man Gay - Lussac's Versuche als Beobachtungen zur Feuchtigkeitsmessung der angewandten Luft betrachtete und nach unsrer Formel behandelte, würde sich zeigen, dafs bei dem letzten Versuche, der in der Luft enthaltne Wasserdunst eine Expansivkraft von 4,093 (zu -5° gehörig) und bei einem andern unter der Temperatur von 4° angestellten, wo die Verdunstungskälte $6,96^{\circ}$ (nach der Rechnung $7,15$) betrug, eine Expansivkraft von 3,653 (zu -3°) gehörig) gehabt hätte.

3) Setzt man ferner in unsrer Fundamentalgleichung $b = 0$ und $e = 0$, so sind dies die Bedingungen zur Verdunstung im leeren Raume. Die Formel geht über in

$$o' \delta \lambda = -o' c (t - t') \text{ oder}$$

$$o' [\delta \lambda + c (t - t')] = 0.$$

Da der letzte Factor unmöglich $= 0$ seyn kann, so ist es der erste. Das Resultat ist also $e' = 0$. Mit den Gesetzen der Verdunstung stimmt es aber vollkommen überein, daß ein befeuchtetes Thermometer im leeren Raume, wo auch keine Wärmemittheilung Statt findet, (die Strahlung ist hier gar nicht berücksichtigt) so lange sinkt, bis sich kein Dunst mehr an demselben entwickeln kann.

4) Wird aber bloß γ und $k = 0$ angenommen; so setzen wir die Bedingungen, wie wir sie erläutungsweise oben schon angenommen haben, daß die äussere Luft dem Thermometer keine Wärme zuführe. Dann geht die Formel selbst in $e' - e = 0$ oder $e' = e$ über, was mit dem oben Behaupteten übereinstimmt; daß unter dieser Voraussetzung das feuchte Thermometer so tief sinken muß, bis der an ihm im Maximo gebildete Dunst, mit dem in der Luft vorhandenen im Gleichgewichte der Expansivkraft ist.

Ehe wir nun nach unsrer Formel einige Berechnungen als Beispiele vorlegen, bleibt uns noch übrig, Ivory's Methode zur Lösung des Problems kurz zu berühren.

Es wird zuerst das Gewicht eines Cubikfusses Luft und Dunst, wie sie vor der Bildung des neuen Dunstes waren, durch folgende Formel bestimmt:

$$A \dots x = \frac{240 \omega}{1 + mt} \cdot \frac{b - e}{30} + \frac{5 \omega e}{1 + mt'}$$

in welcher ω das Gewicht eines Cubikfusses Wasserdunst bei der Temperatur 0° , und dem Barometerstande 30" engl. bedeutet. Die übrigen Buchstaben

sind hier mit den vorigen übereinstimmend gewählt; die Zahlenwerthe sind durch den bekannten Annäherungswerth von δ entstanden. Darauf wird die Menge des Dunstes bestimmt, welcher durch die, bei der Abkühlung eines Cubikfusses Luft von t zu t' Graden frei gewordne Wärme gebildet werden kann. Die Formel dafür ist:

$$B... y = \left(\frac{240 \omega \cdot \gamma \cdot (b - e)}{30 \cdot (1 + mt')} + \frac{5 \omega \cdot e \cdot k}{1 + mt'} \right) \frac{t - t'}{\lambda}.$$

Durch die Entwicklung dieses Dunstes, wird ferner geschlossen, ist e in e' übergegangen, so daß das Gewicht eines Cubikfusses Luft bei der erniedrigten Temperatur beträgt:

$$C... z = \frac{240 \omega \cdot (b - e')}{(1 + mt') 30} + \frac{5 \omega e'}{1 + mt'}.$$

Da nun die ersten beiden Ausdrücke A und B soviel betragen wie C allein, und Dunst gegen Luft in beiden offenbar dasselbe Verhältniß hat; so folgt daraus der Schluß, daß, was in dem Ausdrucke von $x + y$ Luft bedeutet (nämlich das erste Glied von A), sich zu dem, was in dem Werthe von z Luft bedeutet (nämlich das erste Glied von C), eben so verhalten müsse, wie das, was in dem ersten Werthe Dunst bedeutet (nämlich die übrigen Glieder von A und B), zu demselben Ausdrucke in dem Werthe von z (nämlich zu dem zweiten Gliede von z). Die Entwicklung dieser Proportion giebt die Gleichung:

$$\frac{b - e}{b - e'} = \frac{5 x + (240 \cdot c \cdot \frac{b - e}{30} + 5 e k) \frac{t - t'}{\lambda}}{5 e'}$$

und daraus

$$e \left[1 + (k - \frac{1}{2} \gamma) \left(1 - \frac{e'}{b} \right) \frac{t - t'}{\lambda} \right] =$$

$$e' \left[1 + \frac{1}{2} \gamma \frac{t - t'}{\lambda} \right] - \frac{b}{30} \cdot \frac{48 e}{\lambda} (t - t').$$

Indem nun die Werthe für b, γ, λ gesetzt werden, die wir oben angewandt haben, findet sich, daß die Coëfficienten von e und e' ziemlich genau unter sich und mit der Einheit übereinstimmen. Dies giebt die Näherungsformel:

$$e = e' - \frac{b}{30} \cdot \frac{48 \cdot \gamma}{\lambda} (t - t') \text{ oder}$$

$$e = e' - 0,0007583 (t - t').$$

Die Abweichung des Zahlencoëfficienten in dieser Formel von der oben entwickelten rührt daher, weil für δ der Werth $\frac{5}{8}$ angewendet ist.

Um nun die Brauchbarkeit des Psychrometers zu hygrometrischen Bestimmungen an unmittelbaren Beobachtungen zu prüfen, gebe ich hier das Resultat mehrerer Berechnungen und Vergleichen mit dem Daniell'schen Hygrometer.

Die Beobachtungen wurden zwar alle mit den nach Fahrenheit eingetheilten Thermometern gemacht, aber auf Centesimalgrade reducirt, damit die Berechnung unmittelbar nach der oben entwickelten Formel gemacht werden konnte; aus demselben Grunde wurden auch die in Pariser Linien beobachteten Barometerstände auf Millimeter zurückgeführt. Auf diese Einheiten sind die Zahlen der folgenden Tabelle zurückzubeziehen. Der jedesmalige Werth von e' wurde aus Biot's Berechnung der Dalton'schen Zahlen genommen.

Alles übrige in der Tafel erklärt sich von selbst. tr. Th. bedeutet trocknes Thermometer, also die Temperatur der Luft; f. Th. ist das feuchte Thermometer; Diff. der Unterschied beider; hlb. Diff., die durch einen vergleichenden Versuch gefundene halbe Differenz am Daniellschen Hygrometer; Exp. a, die Expansivkraft in Millimetern nach dem Psychrometer berechnet; Exp. b, dieselbe nach Daniells Hygrometer; Diff. a — b, die Differenz beider.

	Bar.	tr. Th	f. Th.	Diff.	hlb. D.	Exp. a.	Exp. b.	Diff. a — b.
1	750,0	9,7	9,1	0,6	0,7	8,612	8,534	0,078
2	750,0	11,9	11,1	0,8	0,9	9,664	9,475	0,189
3	754,3	13,1	11,9	1,2	1,5	9,932	9,475	0,457
4	766,4	9,0	7,8	1,2	1,6	7,552	7,307	0,245
5	759,5	17,5	15,5	2,0	1,9	12,414	11,804	0,610
6	762,6	18,4	16,1	2,3	3,0	12,331	11,592	0,739
7	761,2	17,2	14,8	2,4	2,6	11,248	10,641	0,607
8	767,6	14,3	11,8	2,5	2,8	9,075	8,693	0,382
9	760,5	18,9	15,6	3,3	4,0	11,337	9,955	1,380
10	756,0	17,8	14,2	3,6	4,0	10,099	9,308	0,791
11	758,2	21,1	17,2	3,9	3,6	12,312	12,017	0,295
12	758,2	21,7	17,5	4,2	3,7	12,402	12,387	0,015
13	763,7	21,1	15,5	5,6	5,5	9,878	9,475	0,403
14	762,7	19,9	14,0	5,9	6,9	8,561	7,444	1,117
15	766,6	20,3	14,2	6,1	6,9	8,578	7,484	1,094
16	759,8	23,9	17,2	6,1	6,8	11,003	9,308	1,695
17	761,5	25,3	19,0	6,3	6,3	12,516	11,243	1,273
18	765,3	20,8	14,3	6,5	7,5	8,419	7,317	1,102
19	755,3	28,3	21,1	7,2	7,0	14,181	12,087	2,094
20	760	25,0	16,1	8,9	9,7	8,061	7,217	0,844

Die Vergleichung der sechsten und siebenten Spalte dieser Uebersicht von 20 Versuchen zeigt die Uebereinstimmung der Beobachtungen des befeuchteten Thermometers, mit denen des Hygrometers, auf eine für das erstere Instrument recht günstige Weise. Es ist anzunehmen, daß am Daniellschen Hygrometer die Kugel, wenn sie beschlägt, an und für sich selbst schon etwas kälter seyn muß als die Temperatur ist,

bei welcher der in der Luft vorhandne Dunst im **Maximo** seyn würde; weil schon eine **Condensation** erfolgt, folglich das **Maximum** schon überschritten ist, wenn der Hauchring sichtbar wird; also schon aus diesem Grunde müssen die Angaben der siebenten Spalte geringer seyn als die der sechsten, daher auch die in der achten Spalte angegebenen Differenzen immer positiv sind. Mehrmals, wo die Luft sich gewiß auf dem **Maximo** von Feuchtigkeit befand, weil eine bedeutende Erkaltung in derselben entstanden war, gab das Daniellsche Hygrometer dennoch die Differenz von einem halben Centesimalgrad an; obgleich das trockne Thermometer und das befeuchtete beide völlig gleichen Stand hatten..

(Fortsetzung im nächsten Hest.)

IV.

Erscheinung convergenter Sonnenstrahlen;

v o m

Hrn. Prof. KRIES zu Gotha.

Es ist eine sehr gewöhnliche Erscheinung, daß, wenn die Sonne in Westen hinter durchbrochenen Wolken steht, Strahlen von ihr durch die Oeffnungen der Wolken gehen, die zum Theil in sehr divergenter Richtung auf die Erde zu fallen scheinen. Man bezeichnet diese Erscheinung, wohl mit der Benennung: „die Sonne ziehe Wasser“, und sie scheint nichts Außerordentliches zu haben. Denn da in unserer Vorstellung die Sonne sich dicht hinter den Wolken befindet, — also nicht sehr entfernt ist — so scheinen auch die Strahlen eine solche Richtung anzunehmen, als ob sie von diesem nicht sehr entlegenen Punkt herkämen. Indessen ist die Täuschung, die dabei zum Grunde liegt, immer bemerkenswerth.

Mit dieser Erscheinung aber hängt eine andere zusammen, die seltner ist, und mehr Befremdendes zu haben scheint. Auf der der Sonne entgegengesetzten Seite des Himmels nämlich lassen sich bisweilen eben solche Strahlen sehen, die *convergent* gegen den Horizont gehen, als bei jener Erscheinung *divergiren*. Man sieht aber keinen Gegenstand, von welchem sie ausgehen, sondern sie scheinen nach einem Punkt hin zu *convergiren*, der ungefähr eben so weit unter

dem Horizont liegt, als die Sonne über demselben steht.

Brewster — im zweiten Bande seines Journal of science pag. 136 seq. — spricht von dieser Erscheinung und bemerkt, daß er das Vergnügen gehabt hätte, sie am 9. October 1824 zu beobachten. Er setzt hinzu, daß sie überaus selten, und, so viel er wüßte, bisher nur einmal beschrieben worden wäre, nämlich von Smith in seiner Optik. (Vol. II. Remarks. pag. 57. 58.) *)

Nicht lange nachdem ich dieses gelesen hatte, war ich gleichfalls so glücklich, die Erscheinung zu sehen — am 25. August dieses Jahres gegen Sonnenuntergang — und es könnte wohl seyn, daß sie nicht so selten wäre, als Brewster meint, und daß sie nur aus Unkunde weniger wäre beachtet worden. Dann, wie schon Smith bemerkt, und Brewster bestätigt, sind die Strahlen bei dieser Erscheinung nicht so lebhaft und in die Augen fallend, als bei der gewöhnlichen, wo sie divergiren. Es ist daher wohl der Mühe werth, die Aufmerksamkeit der Beobachter der Natur darauf hinzulenken. Ich hatte das Vergnügen, einen vollgültigen Zeugen der Erscheinung zu haben — den Geheimenrath von Schlotheim — unweit dessen Gartens ich sie zuerst gewahr worden war. Anfangs stand die Sonne etwa 5 bis 6 Grade über dem Horizont, und in der Nähe derselben, so wie auf der entgegengesetzten Seite des Himmels, war einiges Gewölk, doch nicht zusammenhängend; sondern durchbrochen. Von den convergirenden Strahlen waren die in der Nähe des Horizontes, die mit demselben ei-

*) Vergl. Kästners vollständ. Lehrbegriff der Optik. S. 420.

nen sehr spitzen Winkel bildeten, und deren Convergenz daher am augenfälligsten war, (wie in Fig. 4, wo *HR* den Horizont vorstellt) am besten zu erkennen; überhaupt aber waren sie, wie auch in den von Smith und Brewster beobachteten Fällen, lange nicht so hell, als sie es öfters bei dem entgegengesetzten Phänomen sind. Auch waren anfangs die Strahlen auf der linken Seite stärker, als die auf der rechten; späterhin aber wurden die auf der rechten mehr hervorstechend. Uebrigens war das ganze Phänomen deutlich genug ausgedrückt, und nicht zu verkennen. Nach und nach wurden die Strahlen immer dunkler und schwächer, und selbst zu Anfange waren die dunkeln Streifen fast stärker ausgedrückt, und besser zu erkennen, als die hellen.

Was die Ursache dieser Erscheinung betrifft, so hat schon Smith sehr richtig gesagt, daß sie dieselbe ist, von welcher die Erscheinung der divergenten Strahlen herrührt; nur muß man sich hier die von der Sonne ausfahrenden, eigentlich parallelen, Strahlen bis nach der entgegengesetzten Seite des Himmels fortgehend denken. Es scheint mir aber die Figur, die seiner Erklärung zur Erläuterung dienen soll, wenigstens so, wie sie in Kästners Bearbeitung sich findet, nicht sehr geeignet dazu. Brewster giebt nur eine kurze Erklärung ohne alle Figur.

Die Sache läßt sich, wie ich glaube, auf folgende Art hinreichend erläutern.

Viele Erscheinungen am Himmel stellen sich uns so dar, als ob das Auge sich im Mittelpunkt der Himmelskugel, und zugleich in der Ebene des Horizontes befände — indem scheinbarer und wahrer Horizont

zusammenfallen. Eine gerade Linie von der Sonne durch das Auge gezogen, geht daher so weit unter den Horizont, als die Sonne über demselben steht. Denken wir uns nun das von der Sonne ausgehende Licht durch lauter Ebenen grösster Kreise der Himmelskugel verbreitet, die sich in der gedachten Linie von der Sonne durch das Auge durchschneiden, so werden sich diese Lichtebenen dem Auge, das im Mittelpunkt derselben liegt, als lauter Kreise projeciren, die sich auf der einen Seite des Himmels in der Sonne, und auf der entgegengesetzten Seite in einem Punkte, so tief unter dem Horizonte, als die Sonne über demselben steht, durchschneiden. Es sey *HSMRT* (Fig. 5) die Himmelskugel, *HR* der Horizont, das Auge befinde sich in *O*, und die Sonne stehe in *S*; so ist *Ss* die Linie, in welcher sich die Ebenen durchschneiden, und dem Auge scheinen die Strahlen die Richtung der Kreise *SMRs*, *Sms*, zu haben, und unterhalb der Sonne nach *SH*, *Sh*, *Sh'* zu gehen. Die letztern bringen die Erscheinung der divergenten Strahlen hervor, und von den erstern der Theil in der Nähe des Horizontes in *R*, die Erscheinung der convergenten. Bei jener fällt der Punkt, von welchem die Strahlen ausgehen, in die Augen; bei dieser wird man nichts der Art gewahr — daher das Auffallende der Sache. Beide Erscheinungen sind nur als *Bruchstücke* einer Erscheinung anzusehen — die in ihrer Vollständigkeit vielleicht nie vorkommen möchte — bei welcher die Himmelskugel mit lauter Bogen grösster Kreise durchzogen erschiene, die sich auf der einen Seite in der Sonne durchschnitten, und von hier, wie Meridiane von einem Pole zum andern, nach dem entgegengesetzten Punkte der Himmelskugel gingen. Um den Weg der Sonnenstrahlen bei dieser Art von Erscheinung dem Auge bemerkbar zu machen, ist nöthig, daß sie durch Oeffnungen in den Wolken auf Dünste treffen, die sie erleuchten, und daß die Erleuchtung durch den daneben fallenden Schatten der Wolken selbst hervorgehoben werde. Daher helle und dunkle Streifen bei derselben abwechseln.

V.

*Erklärung eines optischen Betruges bei Betrachtung
der Speichen eines Rades durch vertikale
Oeffnungen;*

von

Hrn. P. M. ROGET, M. D. Mitgl. d. K. Gef. zu London *).

Eine sonderbare optische Täuschung findet Statt, wenn ein auf dem Boden fortrollendes Wagenrad durch die Zwischenräume einer Reihe vertikalstehender Stäbe, wie die eines Staketes oder eines venetianischen Fenstersehirms, betrachtet wird. Die Speichen des Rades nämlich, statt gerade zu erscheinen, wie sie es wirklich sind, haben unter diesen Umständen scheinbar einen merklichen Grad von Krümmung. Auf die Deutlichkeit dieser Erscheinung haben mehrere Umstände Einfluß, wie hier gezeigt werden soll; wenn aber Alles sie begünstigt, so ist die Täuschung unwiderstehlich und wegen der Schwierigkeit, ihre wahre Ursache zu entdecken, ungemein auffallend.

Die GröÙe der Krümmung von einer jeden Speiche verändert sich mit der Lage, welche diese für den Augenblick in Bezug auf die senkrechte Stellung einnimmt. Die beiden Speichen, welche über oder unter der Axe in die vertikale Stellung gelangt sind, werden in ihrer natürlichen Gestalt gesehen, d. h. ohne

*) Annals of Philosoph. Aug. 1825. p. 107.

irgend eine Krümmung. Die an jeder Seite der oberen Speiche erscheinen schwach gekrümmt; die mehr entfernten etwas stärker; und so wächst die Krümmung der Speichen, als man diese auf jeder Seite weiter nach unten hin verfolgt, bis man zu der untersten gelangt, die gleich der ersten wiederum gerade erscheint.

Der merkwürdigste Umstand bei dieser optischen Täuschung ist der, daß von diesen gekrümmten Bildern der Speichen die Convexität an beiden Seiten des Rades beständig nach unten gekehrt ist; und daß diese Richtung in der Krümmung genau die nämliche bleibt, das Rad mag sich nach der Rechten oder Linken des Beobachters hin bewegen. Diese eben beschriebene Erscheinung ist in Fig. 6 abgebildet *).

Um auf die Erklärung dieser Erscheinung geleitet zu werden, war es nöthig, den Einfluß zu beobachten, den gewisse Abänderungen in den Umständen auf dieselbe haben möchten. Das Folgende enthält die Hauptresultate der Versuche, welche ich zu diesem Endzweck gemacht habe.

1. Ein gewisser Grad von Schnelligkeit ist dem Rade nöthig, wenn es die oben beschriebene Täuschung hervorbringen soll. Theilt man ihm eine all-

*) Die hier in Rede stehende Erscheinung ist schon in dem Quarterly Journal of Science Vol. X. p. 282 von einem Ungeannten beschrieben worden, der jedoch keine Erklärung von derselben giebt. Es würde auch in der That unmöglich seyn, die Thatfachen, wie sie dort erzählt sind, mit irgend einer Theorie in Uebereinstimmung zu bringen, die man zu Erklärung derselben ersonnen haben möchte. (Die daselbst gegebene Abbildung ist dieselbe wie hier in Fig. 6. P.)

mäßig wachsende Geschwindigkeit mit, so ist zuerst an den horizontal liegenden Speichen eine Krümmung wahrzunehmen; und sobald diese beobachtet ist, erzeugt eine geringe Vergrößerung in der Geschwindigkeit des Rades *plötzlich* die Krümmung aller zur Seite liegenden Speichen. Der Grad der Krümmung bleibt genau derselbe, wie zu Anfange, wie sehr man auch die Geschwindigkeit des Rades vergrößern mag; vorausgesetzt nur, sie sey nicht so groß, daß das Auge verhindert werde, die Speichen bei ihrem Fortrollen deutlich zu verfolgen. Denn es ist klar, die Geschwindigkeit der Umdrehung könnte so groß seyn, daß die Speichen nicht mehr sichtbar wären. Noch ist zu bemerken, daß, wie schnell auch das Rad sich umdrehen mag, dennoch jede einzelne Speiche während des Momentes, worin sie betrachtet wird, zu ruhen scheint.

2. Die Anzahl der Speichen im Rade macht keinen Unterschied in dem Grade der Krümmung, welchen sie zeigen.

3. Die Krümmung läßt sich mit größerer Vollkommenheit sehen, wenn die Zwischenräume der Stäbe, durch welche man das Rad beschaut, enge sind; vorausgesetzt nur, daß sie die Weite haben, die nöthig ist, um nach einander alle Theile des Rades bei dessen Fortrollen deutlich sehen zu können. Aus demselben Grunde wird die Erscheinung am besten wahrgenommen, wenn die Stäbe eine dunkle Farbe haben, oder schattirt (shaded) sind, und ein lebhaftes Licht auf das Rad geworfen ist. Auf gleiche Weise wird die Täuschung durch jeden Umstand unterstützt, der da-

hin wirkt, die Aufmerksamkeit von den Stäben auf das Rad zu lenken und daselbst zu befestigen.

4. Wird die Anzahl der Stäbe in dem nämlichen gegebenen Raume vergrößert, so hat dies weiter keinen Unterschied zur Folge, als daß die gekrümmten Bilder der Speichen vervielfältigt werden. Wenn aber ein gewisses Verhältniß aufrecht gehalten wird, zwischen den Gesichtswinkeln, unter welchen der ganze Zwischenraum der Stäbe und die Extremitäten der Speichen, am Auge erscheinen, so wird die Vervielfältigung dieser Bilder berichtigt (corrected). Der Abstand des Rades von den Stäben ist von keinem Einfluß, sobald nur die letzteren dem Auge nicht sehr nahe sind; in diesem Falle möchten die Oeffnungen zwischen den Stäben gestatten, einen zu großen Theil des Rades auf einmal zu übersehen.

5. Wenn die Stäbe, statt vertikal zu stehen, gegen den Horizont geneigt sind, so erfolgen im Allgemeinen dieselben Erscheinungen; jedoch mit dem Unterschied, daß es die mit den Stäben parallel liegenden Speichen sind, die keine scheinbare Krümmung besitzen, während die Krümmungen der übrigen Speichen in denselben Beziehungen zu diesen gerade erscheinenden Speichen stehen, wie in dem vorhergehenden Falle. Ist jedoch die Neigung der Stäbe beträchtlich, so werden die Bilder mehr zusammengedrängt und die Deutlichkeit der Erscheinung wird dadurch verringert. Die Täuschung hört gänzlich auf, wenn das Rad durch Stäbe betrachtet wird, die parallel mit der Richtung seiner (fortschreitenden) Bewegung liegen.

6. Zur Erzeugung dieser Erscheinung ist es wesentlich, daß eine fortschreitende Bewegung, mit einer drehenden vereinigt, Statt findet. So stellt sie sich nicht ein, wenn die Stäbe still stehen, und das Rad sich bloß um seine Axe dreht, ohne dabei zugleich fortzurücken, auch nicht, wenn es sich ohne Drehung horizontal fortbewegt. Auf der andern Seite nehmen die Speichen sogleich ein gekrümmtes Ansehen an, wenn den Stäben eine fortschreitende Bewegung gegeben ist, während sich das Rad um seine Axe dreht. Der nämliche Vorgang wird auch entstehen, wenn das sich drehende Rad, durch feststehende Stäbe, von einem Beobachter betrachtet wird, welcher sich selbst entweder nach der Rechten oder nach der Linken hin bewegt, indem eine solche Bewegung von Seite des Beobachters eine Veränderung in der relativen Lage der Stäbe und des Rades hervorbringt.

Es ist aus den angeführten Thatfachen klar, daß die Täuschung in dem Ansehen der Speichen von dem Umstande herrühren muß, daß nur getrennte Stücke von jeder Speiche zu gleicher Zeit zu sehen sind, und die übrigen Stücke dem Gesichte entzogen werden. Doch, weil verschiedene Stücke von der nämlichen Speiche wirklich in gerader Linie durch die aufeinanderfolgenden Oeffnungen gesehen werden, so ist es nicht leicht zu begreifen, weshalb sie nicht unter sich zusammenhängend erscheinen, wie gebrochene (unterbrochene) Linien in andern Fällen, und das Bild einer geraden Speiche geben. Anfänglich drängt sich die Idee auf, daß die so getrennt gesehe-

nen Theile einer Speiche möglicherweise zusammenhängen könnten mit den Theilen der beiden anliegenden Speichen, und so fort; wobei sie ein gekrümmtes Bild machten, zusammengesetzt aus den Theilen mehrerer aufeinanderfolgender Speichen. Eine geringe Aufmerksamkeit auf die Erscheinung wird indeß zeigen, daß eine solche Erklärung hier nicht anwendbar ist. Denn wenn auf einer Scheibe, statt mehrerer radial auslaufender Linien, nur ein einziger Radius gezeichnet ist (for when the disc of the wheel instead of being marked by a number of radiant lines, has only one radius marked upon it), so hat es das Ansehen, wenn diese Scheibe hinter den Stäben fortrollt, als wären mehrere Radien da, von denen jeder die Krümmung besitzt, die seiner Lage zukommt. Die Anzahl dieser Radien wird bestimmt durch die Anzahl der Stäbe, welche zwischen dem Auge und dem Rade steht; folglich ist es klar, daß verschiedene Stücke einer und derselben, durch die Zwischenräume der Stäbe gesehenen Linie auf der Retina die Bilder von so vielen verschiedenen Radien machten.

Der wahre Grund dieser Erscheinung ist also derselbe, als der, auf welchem die Täuschung beruht, daß man einen geschlossenen Lichtkreis sieht, wenn ein leuchtender Gegenstand schnell im Kreise herumgeschwenkt wird, nämlich der, daß der Eindruck, den ein hinreichend lebhafter Strahlenbündel auf die Netzhaut macht, eine gewisse Zeit hindurch verbleibt, wenn schon die Ursache dazu aufgehört hat. Manche analoge Thatfachen sind in Bezug auf die andern Sinne beobachtet worden; da sie aber wohl bekannt sind, so ist es unnöthig, sie hier besonders zu erwähnen.

Um für den gegenwärtigen Fall die Wirkung dieser Ursache deutlicher darzulegen, wird es am besten seyn, die Erscheinung in ihrer einfachsten Gestalt zu nehmen, wie sie sich macht, wenn man von dem Rade VW (Fig. 1), das ohne fortschreitende Bewegung sich beständig um seine Axe dreht, nur einen einzigen Radius OR betrachtet, und zwar durch eine einzige Vertikalöffnung, die sich horizontal in einer gegebenen Richtung fortbewegt. Es sey auch angenommen, daß diese fortschreitende Bewegung der Oeffnung genau der drehenden Bewegung des Radumfangs gleich sey. Es ist einleuchtend, daß, wenn zur Zeit des Vorüberganges der Oeffnung, der Radius zufällig eine der vertikalen Stellungen VO oder OW einnähme, er durch die Oeffnung ganz und in seiner natürlichen Lage gesehen würde. Wenn es sich aber träfe, daß er bei seinem Hinabsteigen nach Richtung VR in einer schiefen Lage OR wäre, in dem Augenblick, da die Oeffnung bei ihrem horizontalen Fortschreiten ebenfalls den Punkt R erreichte; so würde das Ende des Radius nun zuerst zu Gesichte kommen, während alle übrigen Theile von demselben noch verdeckt sind. Führt man so fort den Theilen des Radius zu folgen, welche durch die Bewegung der Oeffnung und des Radius nach einander gesehen werden, so wird man finden, daß sie auf der Curve R, a, b, c, d liegen, die durch die folgweisen Durchschnitte jener beiden Linien erzeugt wird. So wird der Radius in der Lage Oa seyn, wenn die Oeffnung sich bis A bewegt hat, und wenn diese bis B gekommen ist, wird jener in Ob seyn, und so fort.

Anderseits nehme man an, daß, indem die Oeffnung gerade vor dem Mittelpunkt vorbeigeht, der Radius sich in einer gewissen Lage OY auf der andern Seite befinde und im Ansteigen begriffen sey. Folgt man nun den Durchschnitten dieser Linien in ihrem Fortrücken, so erhält man eine Curve, die genau der früheren ähnlich ist, zwar in umgekehrter Lage liegt, aber dennoch ihre convexe Seite nach unten kehrt.

Wenn die Eindrücke, welche diese abgeschnittenen Stücke der verschiedenen Speichen machen, einander mit hinlänglicher Schnelligkeit folgen, so werden sie, wie es bei dem schon erwähnten leuchtenden Kreis der Fall ist, im Auge die Empfindung einer stetigen krummen Linie hinterlassen, und die Speichen werden gekrümmt erscheinen, statt gerade.

Die hier vorgetragene Theorie steht in voller Uebereinstimmung mit allen bereits erzählten Erscheinungen, und wird auch ferner bestätigt, wenn man die Versuche auf verwickeltere Fälle ausdehnt.

Sie erklärt mit Leichtigkeit, weshalb das Bild oder Spectrum (wie man es nennen mag) der Speiche in Ruhe bleibt, obgleich die Speiche selbst im Umlaufen befindlich ist; ein Umstand, welcher der Aufmerksamkeit entgehen kann, wenn man sie nicht besonders auf ihn richtet.

Da die gekrümmte Gestalt der Linien hervorgeht aus der Verbindung einer drehenden Bewegung der Speichen mit einer fortschreitenden Bewegung der Oeffnungen, durch welche jene betrachtet werden, so ist es klar, daß dieselben Erscheinungen erzeugt wer-

den müssen, wenn die Stäbe in Ruhe bleiben, und beide Arten von Bewegung im Rade selbst vereinigt sind. Denn es mögen die Stäbe in Bezug auf das Rad in horizontaler Richtung fortschreiten, oder das Rad in Bezug auf die Stäbe: die relativen Bewegungen zwischen ihnen, in sofern sie zu den hier betrachteten Erscheinungen beitragen, müssen dieselben bleiben. Die Aufmerksamkeit des Beobachters wird in beiden Fällen gänzlich auf das Rad gerichtet seyn, so daß die in Frage stehenden Bewegungen zusammen auf dieses bezogen werden. So sind in Fig. 9 die Lagen, welche die Speichen in aufeinanderfolgenden Zeiträumen einnehmen, wenn das Rad in Richtung *AZ* auf dem Boden fortrollt, durch die Linien *Aa*, *Bb*, *Cc*, und *Dd*, bezeichnet. Während die Speiche in diesen Lagen ist, sind es die durch die feststehende Oeffnung *VW* gesehenen und mit $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ bezeichneten Stücke, deren Eindrücke (indem sie auf der Netzhaut andauern und auf das Rad bezogen werden, wenn dasselbe in seiner letzten Lage ist) in dem gekrümmten Spectrum die Reihe der Punkte *m, n, p* und *q* bilden.

Damit die Aufmerksamkeit das Rad in seinem Fortschreiten leichter verfolgen könne, ist es nöthig, daß sein Umfang deutlich gesehen und seine wirkliche Lage genau geschätzt werde. Deshalb ist es leichter, die Erscheinung wahrzunehmen, wenn der Oeffnungen so viele da sind, daß man das Rad auf seinem ganzen Wege sehen kann; obgleich es gewiß ist, daß sich dieselbe bei einiger Anstrengung auch schon mittelst einer einzigen Oeffnung zeigt. Aus diesem Grunde ist die Erscheinung bei einem Stakete so sehr deut-

lich. Eine jede Oeffnung bringt ihr eigenes System von Bildern hervor, und deshalb wird die Anzahl der Speichen beträchtlich vermehrt, wenn die Oeffnungen nur schmale Zwischenräume besitzen (occurs at short intervalls); wenn aber die Zwischenräume so eingerichtet werden, daß sie den Abständen der Speichen unter sich, am Umfange des Rades, entsprechen, so fallen die von den einzelnen Oeffnungen erzeugten Bilder zusammen, und die Wirkung wird sehr erhöht.

Eine mathematische Untersuchung über die Curven, welche aus der Bewegung des Durchschnittspunktes zweier Linien hervorgehen, von denen die eine parallel mit sich selbst fort schreitet und die andere sich um eine Axe dreht, wird zeigen, daß sie zu der Klasse der Quadratrices gehören; eine von diesen Curven, die den Umfang des innern Erzeugungskreises berührt, ist unter dem Namen der Quadratrix des Dinostrates bekannt. Solch ein System ist in Fig. 8 abgebildet, worin bezeichnet MC , CN die Erzeugungsradien, A den äußern und B den innern Erzeugungskreis und PQ die gemeinschaftliche Axe der Curve.

Alle diese Curven besitzen dieselbe Gleichung, nämlich:

$$y = (b - x) \tan x.$$

worin die Coordinaten auf die Axe bezogen sind, die rechtwinklig auf den senkrechten Erzeugungsradien steht, und durch den Mittelpunkt ihrer Umdrehung geht. Die Basis b ist auf der Axe gemessen, von dem Punkte, wo diese die nach dem Centrum gehende

Curve schneidet, und x ist zugleich der Bogen des inneren Erzeugungskreises, und die Abscisse *).

Ein Rad, welches bloß auf seinem Umfang fortrollt, zeigt, durch feststehende Stäbe betrachtet, nur diejenigen Theile der Curven, welche in dem innern Kreis enthalten sind; wenn aber die drehende Bewegung des Rades schneller ist, als seine fortschreitende, z. B. wenn es an einer Welle befestigt ist, die man auf einem erhobenen Schienenweg (Eisenbahn) fortrollt (when it is made on an axle of less diameter on a raised rail-way), so werden die übrigen Curven gesehen, und andere an dem unteren Theile des Rades, welche eine entgegengesetzte Biegung haben, kommen auch zum Vorschein. (Man sieht dieselben bei *F, F.* Fig. 8.)

Wenn die Speichen, statt gerade zu seyn, schon eine Krümmung haben, ähnlich denen beim persischen Schöpfrade, so erleidet ihre Gestalt, wenn sie durch die (Zwischenräume der) Stäbe betrachtet werden, einige Abänderungen, welche man leicht auffinden kann, wenn man auf sie dieselbe Theorie anwendet. Giebt man den Speichen eine gewisse Krümmung, wie in Fig. 8, so erscheinen sie bei ihrer Umdrehung an einer Stelle gerade, nämlich da, wo

*) Diese Gleichheit zwischen dem Bogen und der Abscisse ist eine nothwendige Folge davon, daß die fortschreitende Bewegung des Rades der drehenden Bewegung seines Umfanges gleich ist; die erste erzeugt die Increments von der Abscisse und die letztere die vom Bogen des Kreises. Die Gleichung: $y = (b - x) \tan x$ wird aus einer bloßen Aehnlichkeit der Dreiecke abgeleitet.

die optische Täuschung in einer Richtung wirkt, die der Krümmung entgegengesetzt ist.

Die Geschwindigkeit, mit der sich die sichtbaren Theile der Speichen scheinbar fortbewegen, ist proportional der Geschwindigkeit des Rades selbst; sie variiert indess in den verschiedenen Theilen der Curve und könnte daher, wenn sie genau bestimmt wird, ein neues Mittel abgeben, die Dauer der Eindrücke des Lichtes auf die Netzhaut zu messen.

VI.

Höhenbestimmungen in der Schweiz;

von

CHRISTIAN THEODOR SCHMIEDEL.

Die folgenden Höhenbestimmungen wurden im Mai 1822 während einer kleinen Fußreise durch einen Theil der Schweiz angestellt. Die dazu gebrauchten Instrumente waren: ein Heberbarometer vom Univers. Mechanikus Poller in Leipzig, welches ich, da es auf der Reise gelitten hatte, vom Mechanikus Oeri in Zürich frisch auskochen ließ; und zwei Thermometer von C. Hoffmann in Leipzig und Oeri in Zürich. Die correspondirenden Beobachtungen erhielt ich theils vom Hrn. Prof. Feer in Zürich, wo sie in seiner Wohnung auf der Kronenpforte 152,8 par. Fuß über den mittlern Stand des Zürichersees an einem Gefäßbarometer angestellt worden; theils entnahm ich sie aus der Bibliothèque universelle.

Aus den gleichzeitigen Beobachtungen in Genf und Zürich suchte ich zuvörderst die Höhe des Zürichersees über dem Meere. Ich erhielt, nach Abzug der 152,8 Fuß für Zürich und nach Zurechnung von 1190,8 Fuß bei Genf, folgende Höhe des mittlern Wasserstandes im Zürichersee über dem Meere:

Aus den Beobachtungen am 26. Mai	1254,1 par. Fuß
27. -	1248,4 -
28. -	1255,0 -

Also im Mittel 1252,5 par. Fuß. Ich laße nun die Beobachtungen folgen und zwar jedesmal in Verbindungen mit den correspondirenden in Zürich oder Genf.

	Barometer bei + 10° R.	Thermometer im Freien
<i>Albis - Hochwacht</i> am 25. Mai 6 ^h Ab.	306''',42	+ 14°,0 R.
<i>Zürich</i> *) do do	320,28	+ 18,5
<i>Rigi Kalte Bad</i> **) am 26. Mai 5 ^h Ab.	287,01	+ 11,7
<i>Zürich</i> do do	322,35	+ 15,7
<i>Rigi Kulm</i> am 26. Mai 8 ^h Ab.	275,602	+ 7,3
do do do 10 -	275,713	+ 6,5
do do do 27. - 8 Morg.	276,057	+ 10,3 ***)
do do do 10 -	276,263	+ 11,0
do do do 12 -	276,263	+ 10,5
do do do 4 Nchmtt.	276,263	+ 9,3
do do do 9 ^h -	276,413	+ 6,7
<i>Zürich</i> am 26. Mai 10 ^h Ab.	322,95	+ 13
do do do 27. - 6 ^h -	323,62	+ 13
do do do 2 Nchmtt.	323,45	+ 18,7
do do do 10 -	323,80	+ 13,5
<i>Genf</i> do do do 2 -	326,00	+ 17,0

*) Alle Barometerstände von Zürich sind nach der Angabe des Hrn. Prof. Feer wegen der Capillarität verbessert worden.

**) Die Beobachtung wurde nicht an der Quelle (deren Temperatur = + 5°,5 R.), sondern im Wirthshause Parterre angestellt. Die Stube lag 2 bis 3 Fuß höher.

***) Der Thermometrograph gab für das Minimum in der Nacht: + 3°,3 R. Bei den 4 ersten Beobachtungen auf dem Rigi herrschte Nebel. Während desselben gab das Goldblatt-Elektrometer mit brennendem Schwamm Zeichen von Elektricität, doch in so geringer Menge, daß ich nicht untersuchen konnte, ob positive oder negative.

		Barometer bei +10° R.	Thermometer im Freien.
Stanz *)	am 28. Mai 10 ^h Ab.	324''',886	+ 15,5
Zürich	- - - - -	324,250	+ 16,0
Lungern **)	am 29. Mai 12 ^h Mtt.	315,49	+ 19,8
Zürich	- - - - -	324,20	+ 25,0
Genf	- - - 2 ^h -	326,80	+ 20,7
Brünig ***)	Zollhaus am 29. Mai 5 ^h Ab.	306,177	+ 15,4
Zürich	- - - - -	324,040	+ 20,6
Meyringen †)	am 29. Mai 10 ^h Ab.	319,882	+ 13,4
Zürich	- - - - -	324,270	+ 17,0
Schwarzwaldler Sonnhütte			
	auf der gr. Scheideck am 30. Mai 12 ^h M.	289,149	+ 16,0
Genf	- - - - -	326,910	+ 20,0
Die grofse Scheideck			
	am 30. Mai 2½ Nmt.	272,01	+ 15,3
Genf	- - - - -	326,87	+ 18,5

*) Im Gasthof zur Krone, eine Treppe hoch. Der Stand des Barometers hatte sich in der Nacht nicht verändert, denn ich fand am andern Morgen früh 5 Uhr dieselbe Höhe des Quecksilbers.

**) Der Standpunkt der Instrumente war die Gallerie im Wirthshause zur Sonne; wie hoch die Gallerie über dem See liegt, erlaubte die Zeit nicht zu bestimmen.

***) Dies Zollhaus liegt etwa 100 Fufs niedriger, als der höchste Punkt des Passes daselbst.

†) Im Wirthshause zum Wildenmann, 15 Fufs über der Erde, die bei den nachfolgenden Höhenangaben schon abgezogen sind.

Hieraus sind die Höhen, in pariser Fuß, von:

	Ueber dem Züricher See.	Ueber dem Genfer See.	Ueber dem Meere.
<i>Albis - Hochwacht</i>	1328,8		2581,3
<i>Rigi - Kalte Bad</i>	3203,8		4456,3
<i>Rigi - Kulm</i>	4238,8		5551,3
• •		4341,0	5531,8 *)
<i>Stanz</i>	85,3		1337,8
<i>Lungern</i>	895,6		2148,1
• •		932,2	2143,0
<i>Brünig - Zallhaus</i>	1672,3		2924,8
<i>Meyringen</i>	498,4		1750,9
<i>Schwarzwalter Sonnhütte</i>		3288,3	4479,7
<i>Die große Scheideck</i>		4894,4	6089,4

Da bei den Beobachtungen auf dem Rigi - Kulm der Stand des Instrumentes am 27 Mai um 4^h Abends sich eben so fand wie um 10^h Morgens, so nahm ich an, daß er in der Zwischenzeit unverändert geblieben. Die über Zürich bestimmten Höhen (in der ersten Zeile) verdienen wegen der größeren Nähe des Ortes den Vorzug, auch stimmen sie besser mit Wahlenbergs Messung (5555 p. F). General Pfyffer fand die Höhe des Kulms 5676 p. F, da er aber wahrscheinlich an einem unausgekochten Instrumente beobachtet, die Temperatur des Quecksilbers nicht in Rechnung gebracht und überdies die damals gebrauchten Formeln bedeutend von der Wahrheit abwichen, so läßt sich dieser Unterschied leicht erklären; dazu kommt noch, daß man zu jener Zeit sich nicht

*) Die Höhe mit Hinzufügung der Genfer Beobachtung berechnet.

auf dem Kulm aufhalten konnte, und daher obige Bestimmung wahrscheinlich auf einer einzigen Beobachtung beruht. *)

*) Hr. Lieutn. Baeyer hieselbst, der im Sommer 1824 eine Reise nach der Schweiz und dem nördlichen Italien unternahm, und Gelegenheit hatte ein Pistorisches Gefäßbarometer *à niveau constant* mitzuführen, hat mittelst dieses nahe an hundert Punkte in den Alpen gemessen, worunter einige sind, die auch in dem gegenwärtigen Aufsätze des Hrn. Dr. Schmiedel vorkommen. Des Vergleiches halber erlaube ich mir, diese hieher zu stellen:

	Ueber dem Züricher See.		Ueber dem Genfer See.		Unter dem Kloster auf dem großen Bernhard	
	α	β	α	β	α	β
Rigi-Kulm unter dem Signal	4292	4250	4340	4358	2140	2110
Brünig im Pässe	1934	1912	2030	2020	4506	4457
Lungern im Wirthshau- se 10' über der Erde	965	950	1053	1058	5506	5410
Schöneck im Pässe	4796	4712	4847	4820	1686	1657

Die mit α bezeichneten Columnen enthalten die Resultate der wirklichen Messung, so wie sie sich ergaben, mit Benutzung der correspondirenden Beobachtungen zu Zürich vom Hrn. Hofr. Horner, zu Genf beim jetzt verstorbenen Prof. Pictet, und auf dem großen Bernhard vom Prior Lamon. In den mit β bezeichneten Columnen hingegen sind jene unmittelbaren Resultate von Hrn. Baeyer durch eine Correction verbessert worden. Es fand sich nämlich, daß die Höhe der gemessenen Punkte über jeder der zum Grunde gelegten festen Station verschieden ausfiel; wovon man sich schon durch die hier angeführten Beispiele überzeugen kann, da die Differenzen der Zahlen in der 1ten Column mit denen in der 3ten und 5ten nicht constant sind, wie sie es der Natur der Sache nach seyn müssen. Um die Art der von Hrn. B. angewandten Correctionsmethode

Weitere Beobachtungen konnte ich nicht anstellen, indem ich beim Oeffnen des Barometers im

einzufohen, war Folgendes hier angeführt seyn. Aus 70 correspondirenden Beobachtungen, in den Monaten Juni, Juli und August angestellt, ergab sich:

a. Die Höhe des Bernhards üb. dem Züricher See = 6486 p. F.

b. Die Höhe des Bernhards über der Station in
Genf = 6592 p. F.

c. Die Höhe des Bernhards über dem Berner
Observatorium = 5957 p. F.

d. Die Höhe des Züricher Sees über Genf = 110 p. F.

e. Die Höhe von Bern über Genf = 632 p. F.

f. Die Höhe von Bern über dem Züricher See = 517 p. F.

Hieraus folgt die Höhe des Bernhards über der Station in Genf:

1) aus c und e = 6589, 2) aus a und d = 6596, 3) aus b = 6592,

im Mittel = 6592. Nach Hrn. Prof. Pictet ist die nämliche Höhe = 6477 p. F; erstere Bestimmung also 115' zu groß. Hieraus ist wahrscheinlich, daß alle übrigen Angaben ebenfalls zu groß sind und zwar, wie Hr. B. annimmt, in einem gleichen Verhältnisse. Er vermindert sie also um $\frac{115}{2}$ und erhält so:

$$a' = 6373 \quad c' = 5853 \quad e' = 620$$

$$b' = 6477 \quad d' = 108 \quad f' = 508$$

$b' - d' = 6369'$ müßte a' gleich seyn, weicht auch, wie man sieht, nur wenig davon ab. Die Höhe des Berner Observatoriums über dem Meere, beträgt nach Hr. Prof. Trechsel = 1792', hiervon abgezogen $f' = 508$, giebt 1284 p. F für die Höhe des Züricher Sees über dem Meere. Der Beobachtungspunkt von Genf ergibt sich hiernach = 1172' und der des Bernhard = 7645. Nach Hrn. Prof. Pictet ist die Höhe von Genf über dem Meere = 1191' und hierzu 108' addirt, giebt für die Höhe des Züricher Sees über dem Meere = 1299. Man hat also nachstehende Resultate für die Meereshöhen vom:

Grindelwald die Röhre halb ausgelaufen fand. Ich hatte beim Hinabsteigen von der Scheideck zum ersten-

	Von Bern aus bestimmt.	Von Genf aus bestimmt.	Differenz.
Züricher See	1284	1299	15
Genf	1172	1191	19
Bernhard	7645	7668	23

Nun ist aus dem Angeführten :

- 1) die Höhe des Züricher Sees über Genf = 108 p. F.
- 2) die Höhe des Bernhards üb. dem Züricher See = 6369 . .
- 3) die Höhe des Bernhards über dem Beobach-
tungspunkt in Genf = 6477 . .

Nennt man nun die Höhe eines Punktes über dem Züricher See $+ A$, und die Tiefe eines Punktes unter diesem See $- A$; bezeichnet man eben so den Höhenunterschied eines Punktes in Bezug auf Genf mit $+ B$ und $- B$, so wie in Bezug auf den Bernhard mit $+ C$ und $- C$, so müßten, wenn die Messungen absolut richtig wären, die Gleichungen Statt finden :

$$1) B - A - 108' = 0; 2) A + C - 6369' = 0; 3) B + C - 6477' = 0.$$

Da die Messungen aber fehlerhaft sind, so werden diese Gleichungen niemals null werden, sondern gewisse Werthe (hier respective mit α , β , δ bezeichnet) geben, so daß

$$B - A - 108 = \alpha; A + C - 6369 = \beta; B + C - 6477 = \delta$$

wo $\alpha + \beta = \delta$. Um nun die Bedingungen zu finden, die die Größen α , β , γ , wie nothwendig ist, null machen, sey x die an A anzubringende Correction, y die an B , und z die an C . Dann muß seyn: $x + z = \beta$; $y + z = \delta$ und $y - x = \alpha$. Hieraus lassen sich aber x , y , z nicht finden. Herr B. nimmt nun an, daß die Correctionen im Verhältniß zur Höhe angebracht werden müssen, und zwar aus dem Grunde, weil ein Fehler in der Bestimmung der Lufttemperatur einen mit den Höhen wachsenden Einfluß auf die Messung hat. Da nun ferner durch eine graphische Darstellung gefunden wurde, daß

male auf dieser Reise dem Führer das Instrument zu tragen gegeben, und ob er gleich als einer der vor-
sichtigsten in Zürich galt, so mußte ich doch diese
Bequemlichkeit durch die Unmöglichkeit, fernere
Beobachtungen anzustellen, büßen. Ich erwähne
diesen, an sich unbedeutenden, Unfall, zur Warnung
junger Reisender, welche hypsometrische Bestimmun-
gen auf ihren Fußreisen zu machen gesonnen sind.
Will man Höhenmessungen anstellen, so ist es durch-
aus nothwendig, selbst das Instrument zu tragen; es
ist zwar oft beschwerlich aber das einzige Mittel, es mit
Gewißheit zu erhalten.

Am Schlusse dieses Aufsatzes erlaube ich mir noch
einige Bemerkungen über Herrn Babbage's Observ-
ations on the Measurement of Height by the Baro-
meter (Edinburgh. Journal of science No. 1. p. 85.).

die Barometer in Zürich und Genf einen ziemlich parallel laufen-
den Gang befolgten, das Barometer auf dem grossen Bernhard
aber von beiden bedeutend abwich, so glaubt Hr. B. anneh-
men zu dürfen $x : z :: A : C$ und dann findet sich mittelst dieser
Proportion und den vorhergehenden Gleichungen:

$$z = \frac{\beta C}{A + C}; y = \delta - z; x = y - \alpha,$$

wonach die corrigirten Höhen sind: $A - x$; $B - y$; $C - z$.
So ist z. B. für den Gemmi Paß:

$$A = 5750, B = 5864; C = 676$$

$$\alpha = + 6 \quad \beta = + 57 \quad \delta = + 63$$

$$A - x = 5699; B - y = 5807; C - z = 676.$$

Hr. Lieut. Baeyer selbst ist übrigens weit entlernt, dies
Verfahren für mehr als Nothbehelf anzusehen, um unter ähn-
lichen Umständen zu einem annähernd richtigen Resultat zu
gelangen. P.

Dieser Physiker sucht die Differenz, welche dadurch entsteht, daß man zwischen zwei gemessenen Stationen mehrere untergeordnete mißt, *bloß* durch die noch fehlerhafte Bestimmung der Constanten in der Formel zu erklären, allein dies scheint mir, besonders bei nahen Stationen, gegen letztere ungerecht; denn so wahrscheinlich es ist, daß die Constante der mittleren Temperatur der Luft noch einer kleinen Modification bedarf (die wohl durch die Entfernung und Localität der Stationen hauptsächlich bedingt seyn wird), so kann man doch nicht füglich dieser und vielleicht noch andern unbekannten Fehlern der Formel *allein* diesen Unterschied aufbürden, vielmehr, glaube ich, muß man ihn zwischen den Fehlern der Beobachtung, denjenigen der Instrumente und den der Formel theilen. Die beiden ersten Reihen dieser Fehler zu erörtern, sey der Zweck folgender Zeilen.

Die Fehler der Beobachtung können vierfach seyn und zwar: 1) beim Ablefen am untersten Schenkel, oder ist es ein Gefäßsbarometer beim Stellen des Zeigers auf die Fläche des Quecksilbers; 2) beim Ablefen am obersten Schenkel; 3) beim Ablefen am Thermometer, am Barometer; und endlich 4) beim Ablefen am Thermometer im Freien.

Die Fehler der Instrumente sind schwerer zu bestimmen, doch verdienen folgende eine besondere Berücksichtigung: 1) die mehr oder mindere Reinheit des Quecksilbers; 2) die mehr oder minder sorgfältige Auskochung der Röhre, und die dadurch entstehende Adhäsion des Quecksilbers an die Wände der Röhre; 3) die Reinheit des Metalls der Skale und die dadurch entstehende ungleiche Ausdehnung derselben; 4) der

Unterschied in der Temperatur des Holzes auf dem die Barometerröhre liegt und der Messing- oder Elfenbeinskale des Thermometers; 5) derselbe Unterschied beim Thermometer im Freien; 6) der nicht immer durch alle Grade der Skale conforme Gang der Thermometer; 7) die Fehler in der Theilung der Skalen die bei sehr weit getriebener Theilung nicht leicht auszumitteln sind und vielleicht noch andere, die mir unbekannt sind.

Von diesen zwei Reihen, will ich hier nur in der Kürze die Gröfse jedes Fehlers der ersteren angeben, wobei ich mich auf obige Nummern beziehe: Nr. 1. beträgt für $\frac{1}{100}$ tel Linie bei einem Barometerstand von 165 Linien 1,5 par. Fuß, und bei einem Stand von 342 Linien 0,75, also im Mittel 1',125; Nr. 2. giebt dieselbe Gröfse; Nr. 3. beträgt bei jedem Stande des Instrumentes für $\frac{1}{10}$ tel Grad Reaumur 0',54; Nr. 4. giebt für $\frac{1}{10}$ tel Reaum. bei Höhen von 100 — 3000 Toisen von 0',18 bis 4',5, also im Mittel 2',34. Wir hätten also für eine mittlere Station zwischen 100 — 3000 Toisen den möglichen mittleren Fehler = $\pm 1',125 \pm 1',125 \pm 0',54 \pm 2',34 = \pm 5,88$ par. Fuß.

Um nun den, bei den Beobachtungen des Herrn Babbage für jede Station möglichen Fehler zu bestimmen, fehlen mir die Angaben der Stände der Instrumente (und zur Beurtheilung des ganzen Verfahrens die Angabe, ob an beiden Stationen zugleich beobachtet worden ist oder nicht, weil bei Bestimmungen mit einem Instrumente eine Beobachtung beim Weggange und eine bei der Zurückkunft nothwendig wird, und man dann gewöhnlich den Unterschied als gleichförmig ab- oder zunehmend betrachtet, um den Stand

auf die Zeit der andern Beobachtungen zu bringen, wobei eine neue Möglichkeit von Fehlern Statt findet) allein ich glaube doch aus dem Vorhergehenden gezeigt zu haben, daß der mögliche Fehler bei jeder Beobachtung weit mehr von der Schwierigkeit ganz genau beobachten zu können, und der etwanigen Unvollkommenheit der Instrumente als von den Fehlern der Formel abhängt. *)

*) Ich muß indess gestehen, den geehrten Hrn. Verf. hierin nicht ganz beipflichten zu können. Gewiß kommt bei barometrischen Höhenmessungen ein Theil der Ungenauigkeiten auf Rechnung der Instrumente und der Art sich ihrer zu bedienen; allein, darin die groben Unvollkommenheiten bei Seite gestellt, muß dennoch die hauptsächlichste Fehlerquelle unstreitig in der Beschaffenheit der Atmosphäre gesucht werden, und insofern auch in der Formel, da sie für einen ideellen Gleichgewichtszustand berechnet ist, der in Wirklichkeit wohl selten oder nie eintreten möchte. Was aber den Freunden der Hypsometrie so vielen Kummer macht, ist strenge genommen nicht das Fehlerhafte an der Formel, denn diese möchte in ihrer gegenwärtigen Gestalt wohl höchstens noch einige leichte Modificationen in Folge des Oersted'schen Beweises über die Zusammendrückbarkeit der tropfbaren Flüssigkeiten, zu erleiden haben; sondern es ist die eingeschränkte Anwendbarkeit derselben, und der Mangel einer andern Formel, die den jedesmaligen Umständen angepaßt wäre. So glaube ich auch, hat Hr. Babbage die Sache genommen, wenn er sagt: the system of inquiry which I would propose is, to assume some law of action for these descending currents, or for any other presumed cause. Da Hr. B. es nur bei einem Vorschlag bewenden liefs, so nahm ich absichtlich keine Notiz von diesem; ob es übrigens möglich ist, aus gewissen Datis über Richtung und Stärke des Windes u. s. w., solche Formeln aufzufinden, oder mittelst Abänderung der Constanten und Zuhülfeziehung intermediärer Beobachtungen, aus dem gebräuchlichen Rechnungsverfahren abzuleiten, will ich dahin gestellt seyn lassen. (P.)

Zusatz des Herausgebers. Höhenbestimmungen in Gebirgen von ausgezeichneter Erhebung, zumal wenn sie mit Genauigkeit angestellt wurden, machen gewiss eben sowohl auf das Interesse des Physikers Anspruch, wie auf das des Geographen und Geognosten. Ein solches ist in mehrfacher Beziehung mit jenen Messungen verknüpft, welche bei der, bei weitem noch nicht beendigten Vermessung der österreichischen Staaten, unter der Direction des Hrn. Obersten L. A. Fallon von dem K. K. östreich. General-Quartiermeisterstabe, in den Jahren 1816 bis 1822, in *Tyrol* und *Illyrien* ausgeführt wurden. Ueberdies darf ich wohl voraussetzen, daß sie nur wenigen Lesern bekannt geworden sind und so wird man es gewiss nicht ungern sehen, wenn ich hier einen Auszug von ihnen hinzufüge. Ich entlehne diese Höhenbestimmungen aus dem, vom Hrn. Oberst. Fallon redigirten „Archiv der astronomisch-trigonometrischen Vermessung der K. K. Oestreichischen Staaten“ und zwar aus den beiden ersten Hefen desselben, die, nebst ein Paar Uebersichtskarten, im Jahre 1824 zu Wien, in ausgezeichneter typographischer Schönheit, erschienen sind.

Diese Messungen, deren Resultate in nachfolgenden Tafeln enthalten sind, wurden sämmtlich und alleinig auf trigonometrischem Wege bestimmt, mit einem Theodolithen, dessen Vertikalkreis zwar die Winkel nicht repetirt, aber vortrefflich eingetheilt und mit einem vorzüglichen Fernrohre versehen ist. Von *Brixen* bis *Verona* wurde ein Repetitionskreis gebraucht; eben so in *Illyrien*, bei den Punkten: *Triest*, *Monte maggiore*, *Slauinig* und *Nanos*. Die Messung der Zenithdistanzen „bemerkte Hr. Oberst F. in dem Vorworte zum ersten Hefte“ geschah im Allgemeinen unter wenig günstigen Umständen; wir haben das Mittel aus mehreren Beobachtungen genommen, und gefunden, daß diese mittleren Zenithdistanzen selten um 10'' von den einzelnen Beobachtungen differiren. Die geodätischen Nivellirungen in *Tyrol*, binden an zwei Punkten an, deren Erhöhung über dem Meere sehr gut bestimmt ist; nämlich, an dem Stadthurme zu *Verona* (*Torre maggiore nolla piazza dello Erbo*) und an dem *Hochplatt*, einem Berge zwischen *Hohenschwangau* und *Graswang* nahe an der Gränze von *Tyrol*. Auf dem Gipfel dieses Berges haben die bayerischen Ingenieur-Geographen ein trigonometrisches Zeichen errichtet, wel-

ches im Jahre 1818 zum trigonometrischen Netze von Tyrol hinzugezogen wurde. Nach sorgfältiger trigonometrischer Bestimmung beträgt die Erhöhung der Spitze jenes Thurmes zu Verona über dem Adriatischen Meere = 71,74 Wiener Klafter; der Höhenunterschied zwischen dieser Spitze und dem Hochplatt, am Fusse des auf ihm errichteten Signals = 1021,46 W. K.; folglich beträgt die Höhe des letzteren über dem Adriatischen Meere = 1093,20 W. K. (6382,92 par. F.). Nach den Angaben der bayerischen Nivellirung, welche ihre Höhen auf das Pflaster der Frauenkirche zu München bezieht, ist der Höhenunterschied zwischen dem *Hochplatt* (am Fusse des Signals) und dem Pflaster der Frauenkirche zu München = 823,24 W. K., dazu die absolute Höhe Münchens = 268,64 W. K., giebt die Höhe des *Hochplatts* über dem Meere = 1091,88 W. K. (6375,21 par. Fuss. (P.)), was, wie Hr. Oberst F. bemerkt, an Uebereinstimmung nichts zu wünschen übrig läßt. Den Messungen in Illyrien liegen die Höhen der Thurmspitzen in Aquileja und Fiume über dem Adriatischen Meere zum Grunde. Erstere beträgt 37,82, letztere 16,60 W. K.; die eigene Höhe der Thürme selbst respective 36,6 und 16,0 W. K. Hr. Oberst F. führt dabei an, daß der Horizont des Meeres sich auf den mittleren Wasserstand beziehe.

Die beiden Hefte des „Archivs“ aus welchen ich das Gegenwärtige ausziehe, enthalten die Höhenbestimmungen von 102 Punkten in Tyrol und von 279 dergleichen in Illyrien. Die ersten sind hier der Zahl nach vollständig aufgenommen; von den letzteren aber, die mir zum Theil ein zu specielles Interesse zu haben schienen, nur die Berghöhen, welche 350 W. Klafter übersteigen, wenige andere ungerechnet. Das Detail über die einzelnen Zenithdistanzen und geodätischen Entfernungen der Stationen, mußte hier natürlich wegfallen, und hat derjenige, den dieses interessieren sollte, im Originale selbst nachzusehen. Eben dasselbe gilt von den nähern Angaben über die Localität der Standpunkte, die hier nur bei einigen Städten und Dörfern, wo sie besonders nöthig ist, angeführt wurden; bei den Berghöhen, der Mehrzahl der gemessenen Punkte, beziehen sich die Angaben auf die Gipfel. Die Resultate sind im Originale durchgehends in Wiener Klafter angegeben; hier wurden dieselben in Pariser Fusse verwandelt nach hinzugefügt,

weil mit diesem Maasse wohl die meisten Leser eine bestimmtere Vorstellung von den Höhen verbinden und ein Vergleich mit früheren Angaben dadurch erleichtert wird. Der Wiener Fuß von denen 6 einen Wiener Klafter ausmachen, ist bei dieser Reduction zu 140,13 par. Linien gerechnet. Nachstehende Tafeln enthalten nun diese Höhen und zwar:

I. I n T y r o l.

	W. Kl.	par. Fuß.
Geishorn, höchster Punkt	1181,90	6900,82
Mütte - Kopf	1459,30	8520,49
Gimpel - Berg	1176,98	6872,09
Waneck - Berg	1311,34	7656,59
Wildeggrad - Kogl	1564,27	9133,38
Birken - Kogl	1487,92	8687,59
Hocheder - Berg	1471,27	8590,38
Kl. Sollstein - Berg	1336,33	7802,50
Kothbach - Spitz	1354,28	7907,30
Saile - Berg	1264,54	7383,33
Zunder - Kopf	1033,19	6032,54
Glungeser - Berg	1407,30	8216,87
Patscher - Kofel	1182,95	6900,95
Innsbruck *)	302,61	1766,86
Gilferts - Berg	1317,79	7694,25
Hirschfeng - Berg	1001,44	5847,16
Padauner - Kogl	1087,28	6348,36
Mutten - Joch	1307,04	7631,48
Spian - Joch (od. rother Pleiss - Kopf)	1545,22	9022,15
Hienerspill	1427,68	8335,87
Stanskopf - Berg	1449,73	8464,61
Kaltenberg - Ferner	1526,44	8912,50
Schafberg (oder Schafburg)	1410,08	8233,10
Canisfluhe	1076,27	6284,07
Wiederstein - Berg	1333,65	7786,85
Schwarzhorn	1295,26	7562,70
Feuerstädter - Berg	865,69	5054,55
Hochgerach (oder Alpilla - Spitz)	1032,34	6027,58
Fundl - Kopf	1262,58	7371,89
Hohe Alpele	771,26	4503,19
Pfender - Berg	559,15	3264,74
Sulzberg **)	532,65	3110,01
Lustenau ***)	210,89	1231,33
Frastenzer Sand - Berg	858,13	5010,41
Edelsberg	856,72	5002,17
Kaiser - Joch	1638,98	9560,59

*) Pflaster unter der Kirche des vormaligen Jesuiten - Kollegium.

**) Fußboden des Pfarrkirchthurms daselbst.

***) Fußboden des Pfarrkirchthurms daselbst.

	W. Kl.	par. Fufs.
<i>Ortler - (Ortles-) Spitz</i>	2058,60	12019,66
Kumen - Berg	349,23	2039,07
Pitzlat - Berg	1472,19	8595,75
Danzewelle - Kopf	1657,07	9675,22
Vernum - Spitz (od. Anich Venneg B.)	1483,41	8661,26
<i>Königs - Wand</i> (od. Königs-Spitz)	2033,23	11871,52
<i>Wildspitz - Ferner</i>	1985,28	11591,55
Remm - Spitz	1689,34	9863,63
Hatscheroe - Wand	1673,88	9773,37
<i>Schweinfer - Joch</i>	1973,34	11521,84
<i>Glockthurm</i>	1763,13	10294,48
Pflim - Spitz	1637,10	9558,62
Schröf - Wand	1521,16	8881,67
Spitzner - Joch (od. Kurnigl - Spitz)	1273,22	7434,01
<i>Similaun - Spitz</i>	1904,13	11117,74
Sonn - Joch	1293,01	7549,56
Labach - Spitz	1627,65	9503,44
Ifinger - Spitz	1342,87	7840,68
Gant - Kofel	980,67	5725,89
Wiedersberger Horn	1117,57	6525,21
Stilfer - Joch	1271,91	7426,36
Vilanders - Berg	1320,96	7712,76
Klein Kreuz - Spitz	1325,40	7738,68
Waldraster - Spitz	1428,67	8341,65
Telfs, Pfarrthurm daselbst	329,87	1926,03
Imst, Pfarrthurm daselbst	434,59	2537,46
Hochvogel	1361,25	7948,00
Flirsch, Pfarrthurm daselbst	605,38	3534,66
Gurtis - Spitz	934,63	5457,07
Hoher Fürst	1792,13	10463,80
Rothewand	1421,85	8301,83
Hochstrassen - Berg	1039,94	6071,95
St. Johann Höchst *)	231,59	1352,20
Lindau **)	204,90	1196,36
Mittagsspitze	1101,94	6433,95
Wörzelspitze	962,35	5618,92
Schleier - Berg	1164,34	6798,29
Winterstaude - Berg	986,27	5758,58
Hoch Salven - Berg. ***)	959,47	5602,11
Gross - Rettenstein	1159,04	6767,34
Reiche - Spitz	1556,67	9089,01
<i>Waitzfeld</i>	1743,57	10180,27
Spitz - Stein	836,36	4883,30
Hinter Sonnenwend - Joch	1039,92	6071,83
Juifen - Berg	1039,62	6070,08
Trefauer - Kaiser	1220,05	7123,57
Fell - Horn	922,86	5388,35

*) Am Rhein, Spitze des Pfarrthurms daselbst.

**) Gefängnisthurm der Stadt.

***) Capelle auf demselben.

	W. Kl.	par. Fufs.
Plose - Berg	1315,50	7680,88
Zangen - Berg	1311,69	7658,63
Schlern - Berg	1349,08	7876,94
Lagorei - Berg (od. Cima di Lagorei)	1377,07	8040,37
Monte Bondon	1148,00	6702,89
Roen - Berg	1112,39	6494,97
Cima Dodici	1231,42	7189,95
Monte Pizzog	1151,14	6721,22
Monte Pasubio (od. Cima Covel - Alto)	1179,50	6886,80
Monte - Baldo *)	1158,15	6762,15
Monte Scaupia	1123,78	6561,47
Kalis - Berg	576,23	3364,46
Trient **)	129,29	754,89
Monte Corno del Frerone	1408,89	8226,16
Monte Gazza	1097,57	6408,44
Monte Selva piana	508,13	2966,84
Monte Caren	1029,77	6012,57
Verona ***)	26,90	157,06
Solferino, Spitze d. alt. Thurms daselbst	122,12	713,03

II. In Illyrien.

	W. Kl.	par. Fufs.
Triest †)	45,53	265,84
Monte Maggiore	735,03	4291,66
Slannig - Berg	539,87	3152,17
Nanos - Berg	683,10	3988,45
Ert - Berg	424,94	2481,12
Presistie - Berg	391,28	2284,59
Kokus - Berg	350,54	2046,71
Karlovit	404,44	2361,42
Orgliach - Berg	580,88	3391,61
Raschuschitza - Berg (od. Glavizorka)	568,46	3319,10
Germada - Berg	355,67	2076,67
Sbevniza	532,10	3106,80
Sia - Berg	652,59	3810,31
Capo d'Istria ††)	7,19	41,98
Braiko - Vrch	575,14	3358,10
Spigni - Vrch	523,24	3055,07
Maigrischan	437,56	2554,80
Coinik - Berg (auch Monte Cavallo)	421,04	2458,35
Veli Planik	668,51	3903,26
Sokolich	397,06	2318,33

*) Höchster Punkt, genannt: Altissimo Monte di Nago.

**) Thurmspitze der Kirche St. Maria Maggiore.

***) Stadthurm (Fußboden desselben) auf dem Platze delle Erbe.

†) Spitze des Urthurms in dem Kastele daselbst.

††) Fußboden des Thurmes der Domkirche daselbst.

	W. Kl.	par. Fufs.
Bella	410,81	2398,62
Berlosnig	575,07	3357,69
Monte Grabri	485,74	2836,11
Bergut - Vrch	469,62	2741,99
Monte Sissol	438,60	2560,87
Veliki Hratistie	389,13	2272,03
Zeroschitz	428,87	2504,06
Gmainig	359,22	2097,40
Strascha	397,46	2320,67
Csuk	394,82	2305,25
Razbor - Berg	678,61	3962,23
Ostrich	365,63	2134,82
Lissaz	493,70	2882,59
Schabnik	537,24	3136,81
Oberschie	403,00	2353,02
Capo di Terstenik	653,47	3815,45
Szohova	398,62	2327,44
Zeroviza	443,21	2587,79
Plissoviza	403,82	2357,80
Strada	418,14	2441,41
Sidonie	346,56	2023,48
St. Polo *)	40,90	238,80
Monte Sys (auf der Insel Cherso)	336,19	1962,93
Monte Ossero (auf der Insel Lossini)	307,42	1794,95

*) Auf dem Magnan grande, Anhöhe nahe am Ufer des Meeres.

VII.

Nachrichten von einem Meteorsteinfalle, am 15. Januar 1824 im Bolognesischen;

von

E. F. F. CHLADNI.

Aus der *Nuova Collezione di opuscoli scientifici di Bologna*, da
G. B. Bruni, Fr. Cardinali, Fr. Orioli, Fr. e Raf. Tognetti
1824, quaderno III. p. 151.

Dieser Meteorsteinfall ist dem *diario di Roma* zufolge schon in mehreren Zeitungen, und aus dieser auch von mir in der *Vierten Lieferung neuer Beiträge zur Kenntniß der Feuermeteore und herabgefallenen Massen* (in diesen *Annalen der Physik* B. 78 S. 155) erwähnt, wiewohl sehr mangelhaft und ohne genauere Angabe des Datums, weil man aus den vorhandenen Nachrichten nicht wissen konnte, ob diese Begebenheit sich im Januar oder zu Anfange des Februars ereignet habe. Nun findet sich aber ein etwas genauerer Bericht von Francesco Orioli, Professor der Physik in Bologna, in der angeführten *Nuova Collezione*, aus welchem ich das Wesentliche hier mittheile.

1824, den 15. Januar, zwischen 8 und 9 Uhr Abends, ereignete sich ein Meteorsteinfall 4 (italienische) Meilen von der Stadt *Cento*, im untern Theile der Pfarrei von *Renazzo* (nach den Zeitungen *Are-nazzo*) in der Provinz von *Ferrara*. Erst sah man

einen lebhaften Glanz, welcher sich nach einigen Blitzen zerstreute. (Da die Witterung nicht angegeben ist, so kann man also vermuthen, daß der Himmel nicht möge heiter genug gewesen seyn, um das Feuermeteor deutlicher zu sehen.) Hierauf hörte man auf einer Strecke von mehreren Meilen Durchmieser drei starke Knalle wie Kanonenschüsse, und sogleich darauf anderes Getöse, wie Musketenfeuer, bis jenfeit Cento. Dieses Getöse änderte sich hernach in einen andern Schall um, wie von einem Gegeneinanderchlagen von Metallen oder dem Getöse vieler Glocken (so wie etwas Aehnliches bei Meteorsteinfällen mehrmals bemerkt worden ist). Endlich, zum großen Schrecken der Landleute, fielen mit Hefigkeit und mit Pfeifen einige wenige Steine, deren Richtung man, ungeachtet der Dunkelheit, sehen und sie also aufheben konnte. Man sagt, daß bis dahin drei sind gefunden worden. Das ganze Ereigniß dauerte etwa 20 Minuten (wobei wahrscheinlich die Erleuchtung von nachgelassenen leuchtenden Theilen mag mitgerechnet seyn). Der Ort, wo der erste dieser Steine sich fand, war von dem, wo der letzte gefunden ward, 1 (italienische) Meile entfernt. Einige redeten von einer schwarzen Wolke (Rauch oder Dampf des Meteors), welche sich zuerst zwischen O und S gezeigt, und von welcher sich hernach ein schwarzer Körper von der scheinbaren Größe eines Kessels schief niederwärts bewegt habe, welcher hernach leuchtend geworden sey, und die vorhererwähnten Erscheinungen für Gesicht und Gehör gegeben habe. Ein Stein, welcher in die Hände des Professors und Abbate Ranzani gekommen ist, soll $1\frac{1}{2}$ Pfund schwer gewesen seyn. Die an-

dern wurden an viele Wifsbegierige vertheilt. (Nach den Zeitungen ist der größte, 12 Pfund schwer, auf der Sternwarte zu Bologna aufbewahrt worden.) Die Steine sind (so wie gewöhnlich) äußerlich von nicht sehr dunkler schwärzlicher Farbe; im Innern zeigen sie glänzende Punkte von der Farbe des Eisens, und hellere runde Kügelchen von derselben Farbe, wie auch einige weißliche runde Körper, mit undeutlichen Facetten, von einem Durchmesser meistens von 0,1 bis 1 Linie. Weitere Nachrichten erwartet man vom Hrn. Professor Ranzani, der an den Ort gereist ist, und an einem Aufsatze darüber arbeitet. Der Doctor Santaglia, supplirender Professor der Chemie, wird eine Analyse der Steine anstellen *).

*) Einige neuere Fälle von Meteorsteinen und Feuerkugeln hier hinzuzufügen, unterlasse ich, da der hochgeehrte Herr Verfasser im Kurzen die Annalen mit einer fünften Fortsetzung seiner früheren hieher gehörigen Sammlungen bereichern wird. *P.*

VIII.

N o t i z e n.

1) Ueber den tiefen Barometerstand im Februarmonat 1825.

Durch die Aufmerksamkeit, welche man in neuerer Zeit den ungewöhnlich tiefen Barometerständen geschenkt hat, ist vielleicht auch das Resultat gewonnen, daß man es bei diesen großen Schwankungen in der Atmosphäre, mit der Simultaneität zwischen verschiedenen, sehr weit von einander entlegenen Orten, nicht so genau zu nehmen habe, wie Einige glaubten. Wenigstens scheint mir dieses unter andern durch das, was Hr. Prof. Brandes im 74 Bände dieser Annal. Seite 65 bekannt gemacht hat, sehr deutlich erwiesen zu seyn. Eine briefliche Mittheilung vom Hrn. Prof. Hansteen, die ich schon seit mehreren Monaten in Händen habe, giebt mir Gelegenheit, dieses auch bei dem tiefen Barometerstand im Februarmonat dieses Jahres zu bestätigen. Hr. Prof. Hansteen sandte mir nämlich folgende von ihm in *Christiania* gemachte Beobachtungen ein:

1825	Barometer- stand in Millimtr bei 0° R.	Tempera- tur der Luft	Witterung
2 Febr. Nachmitt. 11 ^h 33'	735,5	— 3°,5 R.	ziemlich hell
3 - Vormitt. 8 13	715,0	— 1,0	vermischt. Schn. Nachts
9 10	714,6	— 1,4	still
10 12	714,4	— 0,7	hell. starker Wind S.
11 29	714,3	— 1,1	• - • W.
Nachmitt. 0 15	714,2	— 0,9	• - • NW.
1 5	714,1	— 0,1	• Wind schwächer
2 20	714,15	— 0,2	• zieml. starker W
3 50	714,0	— 1,5	• d. do do
5 32	713,75	— 1,9	• schwächer do
7 32	713,5	— 1,9	hell im Norden; still
8 25	712,9	— 1,8	vermischt
10 29	712,75		Minim. = 26'' 3''',96
11 15	713,05	— 5,3	hell
4 Febr. Vormitt. 8 ^h 16'	722,9	— 3,2	hell. Wind. Nord

Die Höhe des Barometerniveaus über der Meeresfläche, geometrisch bestimmt, beträgt 53,58 norwegische oder rheinländische Fuß (den Fuß zu 139,08 Linien gerechnet). Die Reduction auf die Meeresfläche mit der jährlichen mittleren Temperatur und Barometerhöhe ist nach genauen Tafeln im „*Magazin for Naturvidenskaberne*“ 11. Band S. 197 = + 1,mm561 und für Bar. = 712,mm75 und Therm. = — 5° R. = + 1,mm543. Folglich betrug die kleinste, auf 0° reducirte, Barometerhöhe am Gestade des Meeres in Christiania, am 3t. Februar 1825 Abends 10^h 29' = 712,75 + 1,54 = 714,29 Millimeter = 316,64 parisi. Linien.

In *Thorn*, wo seit Anfange dieses Jahres ein höchst lobenswerthes meteorologisches Tagebuch von Herrn

Endemann geführt wird, mit Instrumenten, die durch das Zusammentreten mehrerer dortiger Freunde der Wissenschaften aus der Werkstätte von Pistor et Schiek herbeigeschafft wurden, beobachtete man das Minimum um 6^h Nachmitt. am 4^t. Febr. wie folgt *):

Am 4 Febr. 1825	Barometerstand bei 0° R.	Temp. d. Luft	Wind und Wetter
Vermitt. 8 ^h	323,635 par. L.	— 1,5° R.	heiter. 9 ^h Schnee. <i>W</i> .
Mittags 12	323,033 - -	— 1,0	Schnee. 12 ^h 45' Hagel. <i>W</i>
Nachmitt. 2	322,554 - -	— 0,5	schön. <i>NW</i> .
6	321,662 - -	— 0,8	Schnee. <i>W</i> .
10 ^h	324,221 - -	— 1,5	trüb. Schneegestöber

Die mittleren Barometerstände in den ersten 6 Monaten dieses Jahres betrugen, bei 0° R.:

im Januar = 337,259 par. L.	im April = 335,527 par. L.
- Februar = 336,797 - -	- Mai = 335,971 - -
- März = 338,822 - -	- Juni = 336,008 - -

und die Höhe des Nullpunktes am Barometer über dem Meere hat Hr. Endemann aus seinen früheren Beobachtungen vorläufig zu 202 preuss. Fufs berechnet.

*) Die Gestattung dieses Auszuges zu gegenwärtiger Benutzung desselben, verdanke ich der Güte des Hrn. Majors von Oesfeld. (P.)

In *Berlin* wurden am 4ten Februar vom Hrn. Prof. Berghaus folgende Beobachtungen gemacht:

Stunden	Barometerhöhe bei $+10^{\circ}$ R.	Temperat. der Luft	Wind	Wetter
8 M.	325,202 p. L.	$-3,5^{\circ}$ C.	SW	Schneegeflöber
10 -	324,978 - -	3,5	W	schön
12 -	324,310 - -	3,6	do	trüb
1 N.	324,100 - -	3,6	-	Schneegeflöber
1½ -	323,935 - -	3,6	-	- -
2 -	323,930 - -	3,7	-	- -
2½ -	323,885 - -	3,2	-	- -
3 -	323,968 - -	3,5	-	- -
3½ -	323,990 - -	3,0	-	trüb. Schneeluft
4 -	324,070 - -	2,5	-	- -
6 -	325,790 - -	2,7	-	trüb
7 -	326,736 - -	3,0	-	-
10 -	327,984 - -	3,5	NW	heiter

In *Genf* (198,47 Toisen über dem Meere) wurden die Barometerstände (auf $+10^{\circ}$ R. reducirt) folgendermaßen gefunden *):

	bei Sonnenaufgang	um 2 Uhr Nachmittags
4ten Febr. 1825	26'' 10'''	26'' 10,81'''
5 - - -	26 8,56	26 9,25
6 - - -	26 10,19	26 11,50

Im Kloster auf dem *St. Bernhard* (1278 Toisen über dem Meere) analog:

	bei Sonnenaufgang	um 2 Uhr Nachmittags
am 4ten Febr.	20'' 5,31'''	20'' 4,56'''
- 5t. -	3,38	2,56
- 6t. -	3,56	4,56

*) nach den Angaben in der Biblioth. universelle Tom. XXVIII.

Nimmt man zu diesen Beobachtungen noch diejenigen hinzu, welche von Hrn. Dr. Winkler zu *Halle* gemacht worden (unter dessen am 4t. Febr. beobachteten Barometerständen der um 2 Uhr Nachmittags der kleinste ist, nämlich $= 323,71$ par. Linien bei $+ 10^{\circ}$ R.), so scheinen sie mir hinreichend, um deutlich zu beweisen, daß die diesmalige ungewöhnliche Ebbe in der Atmosphäre (wenigstens zwischen den genannten Orten) von Norden nach Süden forttritt, und zwar mit einer Geschwindigkeit, die sich noch sehr gut verfolgen liefs. Wenn man auch nur die Beobachtungen von *Christiania* und *Berlin* berücksichtigen will, als von denjenigen Orten, wo man die Zeit des Minimums unbezweifelt wahrgenommen hat, so geht doch so viel aus ihnen hervor, daß jene Undulation 14 Stunden gebrachte, um sich von erstem Orte nach letzterem fortzuwälzen; auch ist offenbar in *Genf* und auf dem *St. Bernhard* das Minimum mindestens erst am Nachmittage des 5t. Febr., also ungefähr abermals 12 bis 14 Stunden später eingetreten. In *Christiania* und in andern Orten des Nordens *) war das Sinken des Barometers am be-

*) Hrn. Prof. Argelander zufolge (Astronom. Nachrichten No. 76) erreichte das Barometer zu *Abo* sein Minimum am 3t. Febr. um 7^h 15' mittl. Zeit, und zwar betrug dieses auf 0° R. und auf die Meeresfläche reducirt $= 314,10$ par. Linien. [Dies ist einer der tiefsten Barometerstände, der je am Meere beobachtet worden ist; denn die Richtigkeit der Angabe Muschenbroeck's von 311 p. L. (Gilb. 73. 410) läßt sich unbedenklich in Zweifel ziehen.] Im 2ten diesjährigen Heft vom Magazin für Naturvidenskaberne giebt Hr. Prof. Hansteen über die ihm vom Hrn. Prof. Håkström aus *Abo*, *Peters-*

trächtlichsten, und scheint von dort nach Süden hin abgenommen zu haben. Die in England geführten meteorologischen Tagebücher deuten zwar an, daß das Minimum daselbst auf den 3t. Febr. fiel; doch sind die Beobachtungen (wenigstens die Auszüge von denselben, die zur öffentlichen Kunde gelangen) sammt und sonders zu mangelhaft, als daß sich aus ihnen etwas Bestimmtes über die Zeit und den Betrag des Minimums folgern liesse. In Paris ist unter den Barometerhöhen am 3t. Febr. die um 9 Uhr Abends beobachtete die kleinste = 749,^{mm}25 bei 0° C.; indess stand das Barometer noch am 5t. Febr. Abends 9 Uhr auf 751,^{mm}67. Das Sinken war hier also nicht ungewöhnlich, und eben so scheint es in England der Fall gewesen zu seyn. Uebrigens ist klar, daß das Phänomen, welches sich von Norden her wahrscheinlich strahlenartig ausbreitete, in Richtung von NO nach SW, das Maximum seiner Geschwindigkeit gehabt hat. Dieß als einstweilige Notiz; auf Vollständigkeit macht es keinen Anspruch.

burg und *Stockholm* mitgetheilten Barometerbeobachtungen, in Verbindung mit den von ihm selbst zu *Christiania*, und vom Prediger Hrn. Hertzberg zu *Ullensvang* angestellten, eine graphische Darstellung. Aus dieser (die numerische Grundlage ist nicht mitgetheilt) ist wenigstens deutlich zu ersehen, daß das Minimum unter den genannten Orten, zu *Stockholm* am frühesten eintrat (vor Mittage am 3. Febr.) und daselbst am beträchtlichsten war. Uebrigens ging das Barometer an diesen Orten so ziemlich parallel und erreichte an allen das Minimum am 3t. Febr.; in *Petersburg* wie es scheint am spätesten. Jedoch muß ich es dahin gestellt seyn lassen, welchen Grad von Genauigkeit die Zeitbestimmungen in *Ullensvang*, *Petersburg* und *Stockholm* besitzen. Von *Abo* bis nach *Christiania* hat das Minimum, mit Berücksichtigung der Meridiendifferenz zwischen beiden Orten, sich ungefähr innerhalb vier Stunden fortgepflanzt, und dieß ist eine Geschwindigkeit, die ein Sturmwind in den obern Luftschichten wohl leicht erreichen kann, und für ihn am Ende noch nicht das Maximum seyn mag. P.

2) Neue und außerordentliche Mineralien, entdeckt in *Warwick*, in der Grafschaft Orange, in New York *).

Alles, was in den Thälern von Sparta, Franklin und Warwick an Außerordentlichem vorkommt, gehört zur Formation des körnigen Kalksteins (crystalline limestone), welcher vielleicht in keiner andern Gegend der Welt seines Gleichen hat. Selbst Arendal und Vroë (?) stehen diesen Kalkthälern an mineralischen Reichthümern nach.

Als ich neulich diese Formation untersuchte, machte ich im Stadtgebiet von Warwick, in der Grafschaft Orange, die Entdeckung von Mineralien, die an Gröfse und Schönheit zu den außerordentlichsten gehören, welche je bekannt wurden. Man denke sich Pleonastkrystalle (Spinelle pleonaste), an deren Basis eine Seite drei bis vier Zolle oder der Umfang zwölf bis sechszehn Zolle misst! Diese Krystalle sind schwarz und glänzend, zuweilen zusammengewachsen, zuweilen einzeln, an diesem Fundort selten oder niemals kleiner als eine Stückkugel (bullet). Einige kommen lose vor, indem ihr Muttergestein zersetzt ist; wenn dieses aber unzerstört ist, werden sie vereint gefunden mit (what has never been described, namely, **) Serpentin Kry stallen, in schwach rhomboidalen Prismen, von einer Gröfse, die der der Spinellkrystalle parallel geht, oft grünlich und compact, zu andern Zeiten durch eine Beimischung von Brucit gelb gefärbt. Diese Krystalle haben nicht die geringste Aehnlichkeit mit dem Marmolit von Nuttall, welcher von Hrn. Vanuxem

*) Aus den Ann. of phil. 1825. Oct. 314. Auszug.

**) Man sehe diese Ann. Bd. 75. S. 385. (P.)

irrhümlicherweise, bloß seiner chemischen Verwandtschaft wegen, zu dem Serpentin gesetzt wurde.

Die Größe von anderen Kry stallen an diesem Orte (Warwick) ist eben so erstaunlich, wie die von den Spinellen. Kry stallen von *Skapolith*, mit Endflächen (terminated), sind gefunden, von denen jede der sechs Flächen des Prismas vier Zolle mißt, also der Umfang vier und zwanzig Zoll und selbst darüber. Sie sind natürlicherweise rauh und zerfressen; jedoch sind die kleineren Prismen, oft mit schmalen Abstumpfungen (replacements) auf den Kanten versehen, sehr vollkommen und meist durchsichtig; sie alle sind schwach grün gefärbt. Hr. Dr. Samuel Fowler, von dem diese Nachricht her stammt, giebt noch eine kurze Notiz von einem dem Steatit (Speckstein) verwandten neuen Minerale, für das er den Namen *Pseudolith* vorschlägt. Es soll in, zum Theil durchsichtigen, weichen, grünen, octaëdrischen Kry stallen vorkommen, eingewachsen wie der erwähnte *Spinell* in Kalkstein.

3) Chloraluminium; Aluminium.

— „Ich beschäftige mich jetzt viel mit einigen neuen Versuchen, bei welchen ich *Chlorargillium*, d. h. die Verbindung des Chlors mit dem brennbaren Grundstoff der Thonerde erhalten habe, indem ich Chlor über ein glühendes Gemenge von *Thonerde* und *Kohle* leitete. Auf dieselbe Art habe ich auch *Chlor-silicium* erhalten. Eben so glaube ich dadurch den Weg gefunden zu haben, den brennbaren Grundstoff der Thonerde für sich, darzustellen.“ (Oersted in einem Briefe an Hansteen. Mag. for Naturv. 1825. 11. Hft. S. 176.)

ZU HALLE,

ATOR DR. WINCKLER.

Zeit der Beob.	Barom. bei +10° C. Paris	Therm. Baum. bei im Schatten	Haar Hygr. bei +10° C. R.	Wind	Wetter	Thermometrograph			Wasser- Stand der Saale	Uebersicht d. Witterung	
						Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags		Tag	Uebersicht
1	8	337.	14.0	91.0	W. 3	1	+ 5.07	+20.01	4' 2"	heiter	2
	12	36.	16.9	90.0	W. 3	2	5.6	19.0	4 2	schön	6
	2	36.	17.8	76.9	sw. 3	3	6.6	15.4	4 5.5	verm	12
	6	36.	16.3	94.7	sw. 2	4	10.4	13.5	4 5.5	trüb	10
	10	36.	14.7	95.5	W. 1	5	6.5	15.8	4 4	Nebel	1
						6	6.2	12.9	4 2	Regen	10
	8	36.	13.3	92.9	SW. 2	7	5.5	10.0	4 1	Hagel	2
	12	36.	17.6	65.5	SW. 2	8	6.0	15.5	4 4	Gewitter	1
	2	35.	7.0	70.1	SW. 1	9	7.6	15.2	4 4.5	windig	15
	6	35.	6.0	70.6	SW. 3	10	6.2	18.4	4 6	stürmisch	5
	10	35.	5.2	100.	SW. 3	11	9.4	19.4	4 7		
						12	10.3	21.5	4 6		
	8	35.	1.3	97.1	W. 2	13	10.5	20.5	4 6		
	12	35.	2.6	77.7	sw. 3	14	9.4	19.0	4 5		
	2	35.	2.5	80.9	SW. 3	15	10.7	14.3	4 4	Nachte	
	6	35.	0.5	88.8	wnw. 1	16	10.1	15.5	4 4	heiter	9
	10	35.	9.3	95.8	W. 1	17	10.6	19.2	4 4	schön	6
						18	11.2	18.9	4 6.5	verm	2
	8	31.	9.7	91.4	N. 3	19	11.1	17.9	4 4	trüb	11
	12	31.	1.7	65.1	N. 3	20	10.4	21.2	4 3	Regen	2
	2	31.	2.0	60.1	N. 3	21	12.7	24.9	4 2	Gewitter	1
	6	30.	9.1	60.9	N. 2	22	12.9	16.3	4 2	windig	9
	10	31.	6.7	76.4	NW 2	23	9.8	12.9	4 2	stürmisch	2
						24	6.6	15.1	4 1		
	8	31.	5.5	70.7	ono. 2	25	8.2	18.8	4 1		
	12	31.	8.1	26.5	ono. 2	26	9.8	18.8	4 2		
	2	31.	9.3	45.5	O. 2	27	9.2	15.7	4 3		
	6	31.	7.4	57.8	O. 1	28	8.4	12.9	4 3		
	10	31.	5.4	69.6	O. 2	29	5.7	10.2	4 2	Mgrrh	9
						30	+ 1.7	+ 9.6	4 2	Abtrh	21
	8	31.	5.7	76.0	NO. 1						
	12	31.	8.6	51.6	O. 2						
	2	31.	3.4	28.0	ono. 2						
	6	31.	7.0	58.3	ono. 2						
	10	30.	4.7	72.3	O. 2						
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									
	12	31.									
	2	31.									
	6	30.									
	10	30.									
	8	31.									

Am 20. Vormittags viel Cirrus auf heit. Grde, der in W in Schleier
Nchmittags Cirrus oft dicht, der Horiz. bel. und Spt-Abds heitr. Am
heiter, sonst bed. Cirr. Str. meist; Nchmittags auf heit. Grde Cirrus-
u. NW herüber lockere Cirr. Str., Abds und spätr wolkig bed. Am
gleicher Decke fein Reg. der bis 11 anhält, doch oft pausirt. Tags
irr. Str. auf der Decke die Abds von N her in Cirr. Str. sich sondert;
terhalb dünn bel., oben heitr. Am 23. Morg. einz. Regtrpf. bei wolk.
11 und kurz nach 12 starker Regsch., dazwischen Sprühreg., Abds
lk. Decke in Cirr. Str. auf, und spätr ist es heitr. 9 U. $3\frac{1}{2}'$ tritt die
Waage, daher hat das Herbst-Aequinoctium Statt. Am 24. dichte,
hat sich Mittags in Cirr. Str. modif. die oben viel heit. Grund lassen,
Nchmittags bildet sich wieder wolk. Bed. die fortbestehet; Spt-Abds

Am 25. starke Wolkendecke ist Nchmittags hie und da licht, Spät-
riz. bel., oben heiter. Am 26. Auf heit. Grde Vormittags viel Cirr.
t, in O u. S Schleier; Nchmittags in Contin. offne Stellen; Abds auf
ke Cirr. Str. und Spt-Abds in W u. NW düster; seit 7 U. Reg., stark
egen 9 in NW mäßig Donner. Am 27. früh in S unterhalb weißes
st heitr; Vormittags bildete sich Gewittformat. in N, seit $\frac{1}{2}$ 12 in NW
ner. Die düstern Gew. Wolken ziehen aus NW herüber, es fällt Reg.
v. zieht nach O hinein, $\frac{3}{4}$ 1 ist es vorüber. In unW entwickelt sich
n neues Gewitter und zieht übers Zenith nach SO, heftige Donner-
k Reg. u. Hagel. $\frac{3}{4}$ 3 schlägt, mit einem harten und heftigen Krach,
ein Haus hief. Neumarkts, trifft zuerst die Fenereffe, bahot sich Weg
chs, 1 Fuß breit die Ziegel zerbrechend, erschlägt einen Mann, dem
zeug und die Haare versengt werden, und geht, Fenster zerschlagend,
— Spät-Abds der Horiz. bel., sonst heitr. 5 U. 7' Morg. der Voll-

Am 28. Cirr. Str. bed. meist, unten dicht, Mittags treten rings kl.
abds am Horiz. Cirr. Str. Streifen, oben wolkenleer, nicht klar; Spät-
bed. Am 29. Morg. heitr, nur am Horiz. Cirr. Str. Streifen; Tags
übereinander geschichtet, oben auf heit. Grunde Cirr. Str., Abds bed.
ganz, doch bleibt O offen; Spt-Abds heitr. Am 30. früh W dunstig,
Mittags zeigt wolk. Decke selten eine offne Stelle, dann löst sie durch
h auf und später ist es heiter.

es Monats: viel schöne Tage; warm und trocken, nur Anfangs und
nde kalte Nächte. Mäßige südl. und westl. Winde herrschend. Aus-
urch zwei Gewitter.

use dieses Monats in ihrem Hauptcharakter mehr als katarrhalisch-
ymptomen. Daher Bluterbrechen, Blutspucken, ruhrartige Durch-
scharlach zeigten sich nur noch in solchen Familien, in denen frü-

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1825, ZEHNTES STÜCK.

I.

II. *Geognostische Bemerkungen über Brevig's Umgegend;*

von

M. KEILHAU.*)

In der Einfahrt des *Langesundfjordes* eröffnet sich eine weite Aussicht auf die Umgegend der kleinen Stadt *Brevig*. In Osten sieht man ein tief eingeschnittenes Festland, so wie eine Menge Inseln und Schären, die aus trümmerförmigen, ohne Regel gruppirten Klippen bestehen, in deren Klüften eine sehr sparsame Vegetation Nahrung und Haltung findet. Gegen Westen breiten sich ebenfalls durchschnittenene Bergmassen und zusammengedrängte Höhengruppen aus, allein das Terrain erscheint im Ganzen flacher, mehr in sanftern Wellenformen ausgeprägt, und größtentheils von Nadelwald ununterbrochen bedeckt. In der Mitte zieht sich ein Landstrich hin, welcher der Vegetation meist günstig und in so fern durch eine gewisse Regelmäßigkeit ausgezeichnet ist, daß sowohl

*) Fortsetzung der im Septemberheft mitgetheilten Bemerkungen.

sein Festland als die zu ihm gehörigen Inseln überall steile, ja öfters lothrechte Wände nach Westen kehren, während sie sich in entgegengesetzter Richtung mit ganz allmähligem Abfall in den Fjordspiegel verflachen.

Diese so hervorstechende Verschiedenheit im Relief der Landschaft ist hier, wie so oft anderswo, in der Beschaffenheit der Gesteine gegründet, welche in den verschiedenen Theilen vorherrschend sind. Das östliche Gebiet (Fig. 1 tab. V.) wird ausschliessend von granitischen Gesteinen, das westliche von Gneusbildungen gebildet; dagegen herrscht Kalk in dem mittleren Landstriche.

Das Gestein des Granitgebietes besteht aus krystallinisch körnigem Feldspath, der mit Hornblende, Glimmer, Zirkon und Quarz verwachsen ist, indem sich bald einzelne dieser Gemengtheile, bald mehrere, bald alle vorfinden *). In den Varietäten, welche durch das Auftreten oder Verschwinden eines dieser beigemengten Elemente veranlaßt werden, herrscht ein Vor- und Rückwärtsschreiten, das weder einer bestimmten Regel unterworfen ist, noch innerhalb irgend einer bestimmten Gränze angegeben werden kann. Die ganze Gebirgsmasse ist nur ein Ganzes, und bei allen Verschiedenheiten ihrer Zusammensetzung vollkommen stetig; denn auch die vorhandenen kubischen, plattenförmigen, säulenförmigen Absonderungen rühren von Ursachen her, welche der Lauf der Zeiten mit sich brachte.

Das westliche Gebiet wird gleichfalls von krystallinischen Concretionen, und namentlich von Feld-

*) Syenit, Granit, Zirkonsyenit.

spath, Glimmer, Hornblende und Quarz gebildet, welche sich entweder alle zugleich, oder theilweise in verschiedenen in einander verlaufenden Mengungsverhältnissen vereinigt finden. In allen Varietäten jedoch, welche aus diesen schwankenden Mengungsverhältnissen hervorgehen, ist Glimmer oder Hornblende in solcher Menge vorhanden, daß das Gestein die Structur des Gneuses und der mit ihm verwandten Schiefer erhält; nur in einzelnen untergeordneten Vorkommnissen vermag ein ungewöhnliches Uebergewicht von Feldspath die Granitstructur hervorzurufen. Hieraus folgt, daß das Terrain aus Parallelmassen zusammengesetzt erscheinen muß, was um so mehr in die Augen fällt, da sich die verschiedenen Mengungsverhältnisse in der Richtung des Streichens der Parallelstructur ziemlich constant verhalten, während sie in der überkreuzenden Richtung häufig abwechseln. Dadurch kommt eine Folge von Bändern und Streifen zum Vorschein, von welchen sich einige durch ihren Glimmer- *), andere durch ihren Hornblende-Reichthum **) auszeichnen, während noch andre vollkommenen Gneus darstellen. Die Streichungslinien sind selten schnurgerade, sondern gewöhnlich gewunden, ja zum Theil sogar zurücklaufend; sie behaupten indess eine Normalrichtung ungefähr von O nach W. Das Einschießen ist in der Regel südlich, aber so stark, daß es oft bis 90° beträgt, ja zum Theil sogar nördlich wird.

In der Zwischenstrecke, deren Breite vom Granit bis zum Gneuse etwa eine halbe geographische Meile beträgt, treten folgende Gesteine auf:

*) Glimmerschiefer.

**) Theils Hornblendeschiefer, theils Diabas

1) Dichter, splittriger, rauch- und aschgrauer Kalkstein, mit häufigen Versteinerungen aus den Ordnungen der Mollusiten, Crustaciten und Polypiten.

2) Marmor oder krySTALLINISCH-körniger Kalk; schwärzlich-blaulich-grau, graulich- und blaulich-weiß; in den grobkörnigsten Varietäten sind die Kalkspath-Individuen, welche sie zusammensetzen, nur locker verwachsen; er umschließt hier und da dieselben Petrefacten wie der dichte Kalkstein.

3) Thonschiefer, schwarz, mild, matt oder schwach schimmernd.

4) Kieselkalk, chokoladenbraun, dicht, matt, in sehr feinen Puncten schimmernd, grobsplittrig, auch graulich- und braunlich-schwarz, grünlichgrau, dicht, splittrig mit Anlage zu muschligem Bruch; braust schwach mit Säuren, und ermangelt nicht gänzlich der organischen Ueberreste des dichten Kalksteines.

5) Kalkkiesel von schwarzen, braunen, röthlichen, blaulichen, grünlich-weißen und gelblich-weißen Farben; splittrig, zum Theil muschlig; matt; in dünnen Splittern schwach durchscheinend; braust nicht mit Säuren; hat Anlage zum Dickstiefrigen.

6) Kiefelfels von röthlichen, gelblich- und graulich-weißen Farben; er ist eigentlich ein veränderlich proportionirtes Gemeng von Quarz und Feldstein, und demnach verschieden in Hinsicht auf Bruch, Dichtigkeit, Glanz, Härte und Schiefer-Anlage.

7) Porphyre; Quarz-Feldstein mit FeldspathkrySTALLen; verschiedentliche Massen mit abwechselnd hervortretendem Kiesel-, Thon- und Eisen-Gehalt und HornblendkrySTALLen; basaltische Porphyre. 1 (••

Jede von diesen Bildungen ist durch *Uebergänge* mit den übrigen verkettet. Zwischen dem dichten Kalksteine und dem Marmor liegt eine Reihe, in welcher die körnige Textur ganz allmählig zum Vorschein kommt. Von dem dichten Kalksteine läuft durch den Kieselkalk und Kalkkiesel nach dem Kiefelsfels eine andre Reihe, in welcher der Kiesel allmählig den Kalk verdrängt (Konit, Kieselchiefer und jaspisartige Bildungen). Der Thonschiefer entsteht, indem sich Thon nach und nach aus den Kalk- und Kiesel-Verbindungen hervorarbeitet. In den Massen, in welchen Kiesel oder Verbindungen von Kiesel und Thon die Oberhand gewonnen haben, äussert sich ein Streben, Feldspath- und Hornblend-Krystalle zu entwickeln, welches in dem Grade sein Ziel erreicht, dass Porphyre zum Vorschein kommen.

Jedoch verursachen diese Uebergänge keinesweges ein solches Zusammenfliessen der differenten Bildungen, wie in dem granitischen Terrain. Die aufgezählten Gesteine und deren Mittelglieder sind lagenweise mit einander verbunden, und bilden eine Folge von parallelen, scharf begränzten Massen, deren Ordnung nur in einzelnen Fällen mit der Reihe übereinstimmt, in welcher die Uebergänge erfolgen.

Das Schichtensystem beginnt in VV oder VWSW an der Gränze des Gneusgebietes, und setzt gegen O oder ONO bis zum Granitgebiete fort; denn diese Richtung behauptet das Einschiefsen, dessen Winkel zwischen 10° und 90° variirt.

Der dichte Kalk und die verschiedenen Modificationen des Kieselkalkes nehmen den größten und zumal mittelften Theil des Terrains ein, und bezeich-

nen dasselbe somit als ein Kalkterrain; Thonschiefer, Marmor und die Porphyrbildungen werden von ihnen in der Form untergeordneter Lager eingeschlossen. Etwas selbstständiger sind der Kalkkiesel und Kiefels, welche die Schichtenfolge in der Nähe des Granitgebietes beschließen.

Die Mächtigkeit der Parallelmassen ist sehr verschieden; sie wechselt von Bruchtheilen eines Centimeters bis zu mehreren Metern, und steht oft in einer bestimmten Relation zu der specifischen Beschaffenheit der Parallelmassen. In den zwischen den Kalkbildungen liegenden Quarz-Feldstein-Lagern findet sich kaum ein Feldspathkrystall, wenn nicht die Mächtigkeit wenigstens 1 Meter beträgt; je mächtiger die Lager, um so vollkommener der Porphyr. Dies ist am auffallendsten in einer Suite, deren am meisten krystallinisches Extrem eine eisenhaltige, basaltische Masse mit Hornblende ist: zwischen reinem Kalke liegen dünne Lagen eines röthlich-grauen Kalkkiefels; die Lagen werden mächtiger, und der Kalkkiesel geht in röthlich-braunen Jaspis über; die Lagen werden noch mächtiger, und die Masse erhält körnigen Bruch mit kenntlichen krystallinischen Theilen, der Eisengehalt nimmt zu, und die Hornblende kommt zum Vorschein.

Es giebt einige Ausnahmen von der Regel, zufolge welcher die Gesteine im Kalkterrain Schichten und Lager bilden. So tritt die so eben erwähnte basaltische Bildung oft in *Gängen* auf, und durchschneidet die Lager mehr oder weniger rechtwinklig. Ferner findet man, daß die Porphyre mit Feldspathkrystallen in Quarzfeldstein von der regelmässi-

gen Lagerform abweichen, indem sie ganz *unregelmäßige* Massen bilden, welche als Buckel und kleine Felsen ohne eine bestimmte Längen-Dimension hervortreten. — Als eine besondere Ausnahme verdient eine Masse genannt zu werden, welche man auf *Brevigs* Halbinsel an der Einfahrt des *Eidangerfjordes* findet. Sie scheint mitten inne zwischen Kalkkiesel und Kieselfels zu stehen, ist blaulichgrau, dicht, doch mit Anlage zum Körnigen, und giebt beim Anhauen Thongeruch. Sie kommt gangartig in einem grünlich-weißen Kalkkiesel vor, der 20° in NO einschiefert; sie selbst fällt 80° in SVW und durchschneidet somit die Schichten in der Richtung ihres Streichens. Fig. 2 tab. V zeigt das Verhältniß im Grundrisse. Bei *a* endigt sich eine vom Hauptgange auslaufende Verzweigung plötzlich; in *b* ist das Nebengestein in den Gang gleichsam eingefalzt; *c* ist ein vom Gange ganz eingeschlossenes Stück des Nebengesteines, welches nichtsdestoweniger dieselbe Lage behauptet, wie die Parallelmassen ausserhalb des Ganges.

Das Zusammentreffen des Kalk- und Granit-Terrains läßt sich auf *Arøe*, *Gjeterøe* und am Ende des *Eidangerfjordes* beobachten. Vergl. tab. V Fig. 1. In dieser Richtung ist es, wo die Kieselgebilde die Schichtenfolge des Kalkes beschliessen, was dadurch vermittelt wird, daß der Kalk, wie man sich seiner östlichen Gränze nähert, nach und nach zurückgedrängt erscheint. Sobald er verschwunden ist, zeigen sich merkliche Veränderungen in den Kieselbildungen; der Kieselfels geht in graulich- und röthlich-

weissen, lillafarbigen, dickschiefrigen, splittrigen, zum Theil auch fast körnig abgeforderten Quarzschiefer über; weiterhin nimmt dieser Quarzschiefer Glimmerblättchen und Hornblendkrystalle auf, bis sich endlich vollkommener *Glimmerschiefer* und *Hornblend-schiefer* oder ein Gemenge von beiden entwickelt. Der Quarz selbst behauptet sich theils in diesen Bildungen, theils verschwindet er ganz, so daß man nichts als schwarzen feinschuppigen Glimmer und dunkelgrüne Hornblende sieht. Bei diesem Uebergange behalten die Parallelmassen im Ganzen das normale Streichen des Kalkterrains; das Einschießen nimmt aber dergestalt zu, daß die Hornblend-Glimmerschiefer gewöhnlich seiger stehen, ja sogar *nach Westen hin einschießen*. Diese Schiefer nun sind es, welche nebst dem Quarzfels in unmittelbarer Verbindung mit dem granitischen Terrain stehen. Bevor man aber die continentale Masse der Feldspathconcretionen erreicht, sieht man, wie die granitischen Bildungen in den mannichfaltigsten Ausläufern sporadisch in den Quarzfels eindringen, oder zwischen dem Glimmer- und Hornblend-schiefer verwachsen sind. Im Quarzschiefer geschieht es zum Theil, daß die Granitmassen ohne angebliche Gränze mit der umgebenden Masse verschmolzen sind; theils aber wird die Begränzung dadurch kenntlich, daß sich Glimmer und Hornblende in der Nähe des Contactes so häufig den Quarze insinuiren, daß die Structur desselben gneusartig wird, wo dann derselbe Contrast gegen die rein granitische Structur der Feldspathconcretionen aufkommt, welcher jederzeit die Begränzungen sichtbar werden läßt, wenn die letzteren in Hornblend-Glim-

merschiefern auftreten. Zwischen diesen verzweigen sie sich; indem sie entweder gangartig die Parallelwälfen durchsetzen, oder auch auf kurze Strecken lagerartig zwischen ihnen fortsetzen.

Im Contacte ist es gewöhnlich der Fall, daß der regelmäßige Streichen der Schiefer, zumal der quarzigen, plötzlich gestört wird. In 5 Decimeter Entfernung von einer eingeschlossenen Feldspathconcretion kann der Quarzschiefer noch ganz schunurgeraden Structur-Parallelismus zeigen, während er bei weiterer Annäherung an die granitische Masse nach Aufnahme einer hinreichenden Menge von Glimmer und Hornblende im Contacte selbst gewunden und ganz verbogen erscheint.

Geht man weiter vorwärts nach dem Continentalterrain der Feldspathconcretionen, so bemerkt man, daß die sporadischen Massen derselben häufiger und ausgedehnter werden, und sich endlich zu einem zusammenhängenden Ganzen vereinigen. Sogleich tauschen sich die Rollen um: der Hornblend-Glimmerschiefer tritt sporadisch und isolirt zwischen den Feldspathbildungen auf, verschwindet endlich ganz, und es bleibt nichts mehr übrig, was an das Kalkterrain erinnern könnte.

Hinsichtlich der sporadischen Glimmerschiefermassen verdient erwähnt zu werden, daß sie selbst in mehrerer Meter Entfernung von dem Schieferterrain, und bei einer nur sehr geringen Ausdehnung, nichtsdestoweniger dieselbe Lage ihrer Structurebene behaupten, welche in dem Schieferterrain herrschend ist. Und hinsichtlich der im Schiefer isolirt auftretenden Feldspathconcretionen darf man es nicht über-

selten, daß sie dort eben so vollkommen granitisch-grobkörnig sind, als im Continentalterrain, und daß sie eben sowohl, ja fast noch häufiger, Zirkon, Molybdän, Flußspath und andere accessorische Gemengtheile enthalten. Man bemerkt höchstens den einen Unterschied, daß sie innerhalb der Quarzschiefer ungewöhnlich reich an Quarzkörnern sind.

Jedoch sind die bisher erwähnten Contacterscheinungen nicht durchgängig geltend; verschiedene Punkte zeigen verschiedene Verhältnisse, und es lassen sich zum Theil vollkommene Uebergänge aus den Gebilden des Kalkterrains in die grobkörnig-granitischen Concretionen nachweisen. Die Uebergangsreihe geht von einer chokoladenfarbigen Varietät des Kieselkalkes aus, welche im Sonnenscheine feine schimmernde Punkte zeigt, und schwach mit Säuren brauset. Sie modificirt sich in sehr verschiedenen Richtungen; man verfolgt sie durch einen jaspisartigen, violett-, grünlich- und bräunlich-gestreiften Kiefelschiefer bis zu jenem braunen Jaspis, welcher sich in mächtigen Lagern als eine basaltische Masse mit Hornblendkry stallen darstellt; man erkennt sie noch in gewissen Quarz-Lagern von unvollkommener Sandsteinstructur, und wird an sie beim Anblicke der lillafarbenen dicksplittrigen Quarzschiefer erinnert. In der Nachbarschaft des granitischen Terrains sieht man, wie dieser ausgezeichnete Kieselkalk zwischen Lagern eines grauen dickschiefrigen Quarzgesteines kleine schwarze Glimmerblättchen aufnimmt; der Kalk wird verdrängt, und im Bruche tritt die körnige Structur deutlich hervor; Feldspath und Hornblende kommen zwischen dem Glimmer zum Vorschein, und

die Reihe endigt mit einem vollkommenen Syenit, wie er nur dem Granitgebiete angehören kann.

Ein dergleichen Uebergang schließt indess keinesweges jede Demarcation aus. Denn theils zeigen mehr oder weniger dichte Kieselgebilde partielle Recidive auf irgend einem Punct der Uebergangsreihe, wo die krySTALLINISCHKÖRNIGE Structur bereits aufgetreten war, theils geschieht es auch, daß diese Structur plötzlich und früher eintritt, als ein durchgängig gleichmäßig fortschreitender Uebergang erwarten läßt. Solchergestalt können die am weitesten entfernten Glieder der Reihe zwischen und neben einander vorkommen, und die Combination erscheint im Ganzen als eine bald mehr bald weniger verwirrte Zusammenlagerung mehr oder weniger differirender Bildungen. Ein ausgezeichnetes Beispiel hiervon giebt eine Felsenwand im innersten *Eidangerfjorde* (auf der Karte im Puncte *a*). Sie ist ungefähr 30 Meter hoch, und zeigt im Profile eine scharfe Demarcationsfläche mit Syenit im Hangenden und graulichschwarzem, feinkörnig schimmerndem Quarzsteine im Liegenden. Die Fläche fällt etwa 60° in O. Fig. 4 tab. V giebt ein ideales Bild von diesem Contactverhältnisse zwischen beiden Gesteinen; sie bezieht sich eigentlich auf einen verticalen Schnitt, kann aber auch für einen horizontalen Schnitt gelten.

Wenn man anfangs die Frage aufstellte: wie der Kalk wohl vom Granite getrennt seyn möge? so wird es jetzt einleuchtend, daß im gegenwärtigen Falle nicht sowohl von einer Trennung, als von einer Verknüpfung die Rede seyn kann. In dieser Hinsicht dürfte es nicht unzweckmäßig seyn, ein speciell

Phänomen anzuführen, welches von sehr großer Bedeutung zu seyn scheint. Auf der östlichen Küste von *Aröe* (Punct *b* auf der Karte) wird der Quarzschiefer von einer basaltischen Gangmasse durchsetzt, welche mit dem in Lagern vorkommenden Basaltgebilde identisch ist; der Gang ist etwa $\frac{1}{2}$ Meter mächtig, seiger und schneidet die Schieferparallelen unter einem Winkel von 80° . In seiner östlichen Erstreckung erreicht er endlich die Feldspathconcretionen, welche ihm ungefähr 1 Meter weit auf seiner Nordseite entgegentreten, während ihn auf der andern Seite noch Quarz einfasst. Innerhalb dieses Theiles seiner Erstreckung nimmt seine Mächtigkeit etwas ab; so wie er aber gänzlich aus dem Quarzschiefer heraustritt, zertrümmert er sich in der Granitmasse. Der Grundriß in Fig. 3 tab. V stellt die ganz eigenthümliche Beschaffenheit dieser Zertrümmerung dar, welche man theils mit der Wirkung eines Stoßes gegen einen widerstehenden Körper, in dessen Masse Splitter des zertrümmerten Ganges eindringen und sitzen blieben, theils mit dem untern Ende eines Baumstammes vergleichen kann, da wo er sich in Wurzeln zertheilt. Auch in der Zusammensetzung und in den Gemengtheilen des Ganges zeigen sich bedeutende Veränderungen, sobald er mit den Feldspathconcretionen in Berührung kommt; der basaltische Charakter verschwindet; Spuren von Feldspath und Quarz erscheinen zwischen der Hornblende, und die in der um und zwischen den Gangtrümmern befindlichen Granitmasse ungewöhnlich häufigen Zirkonkrystalle lassen sich auch in der Gangmasse selbst bemerken.

So giebt es denn mehrere, und, wie es scheint, sehr verschiedenartige Verknüpfungsarten zwischen den Gebilden des Kalk- und Granit-Terrains. Es wird unmöglich, eine ganz sichere Gränzlinie zwischen beiden Gebieten zu ziehen; denn eigentlich bildet sich in ihrem Zusammentreffen eine eigene untergeordnete Zone, ein neutraler, oder vielmehr gemeinschaftlicher District aus, an welchem das eine wie das andere Terrain, entweder in Folge freundschaftlicher Verhältnisse, oder vermöge eines im Kampfe erworbenen Rechtes, Antheil hat. Wenn die Gebilde des Kalkterrains die Tendenz zeigen, jenen Charakter zu entwickeln, welcher den granitischen Concretionen angehört, und diese wiederum ihrerseits jenen mit Uebergängen entgegentreten, so kommt die intermediäre Zone als ein Resultat zum Vorschein, in welchem sich die beiden differenten Typen vereinigen, indem sie als solche aufgehoben werden. Wenn dagegen an andern Puncten eine dergleichen gegenseitige durch Uebergänge vermittelte Annäherung nicht zu bemerken ist, so scheint dieselbe Zone der Schauplatz eines feindlichen Zusammentreffens zu seyn, und es herrscht eine Verwirrung, bei welcher sich ganz fremde Gestalten eindrängen.

Unter diesen unerwartet eintretenden Bildungen, mittels welcher sich das Kalk- und Granit-Terrain berühren, haben wir bereits den Glimmer- und Hornblend-Schiefer genannt. Noch gehören dahin gewisse basaltische Bildungen, deren Vorkommen sich bloß auf die intermediäre Zone einschränkt, und welche sich am nächsten an die Feldspathoconcretionen anzuschließen scheinen. Sie bilden eine Reihe von in

einander übergehenden Varietäten, deren Extreme Porphyr und Mandelstein sind; die Grundmasse beider ist graulichschwarz, schwachschimmend, von sehr feinkörnig - flachmuschligen Bruch, schwer zersprengbar und von einem dem Basalte fast gleichkommenden specifischen Gewichte. In dieser Grundmasse sind theils schwarze Hornblendkrystalle, theils kleine Kugeln und Mandeln von Feldstein oder sehr feinkörnigem Feldspathe eingewachsen. Kommen die Hornblendkrystalle allein vor, so resultirt das eine Extrem, welches wir als Porphyr bezeichneten; sind aber die Kugeln und Mandeln vorherrschend, so sieht man Mandelstein. Gewöhnlich treten Punkte von Grünsande sowohl in der Hauptmasse des Mandelsteines als in Gesellschaft mit dem Feldsteine oder feinkörnigem Feldspathe (nicht Kalkspathe) der Mandeln auf. Diese Porphyr- und Mandelstein-Bildungen bilden durch weite Strecken einen Saum längs der Gränze des Granit-Terrains, durch welchen die oben erwähnten Verknüpfungen mit dem Kalk-Terrain mehr oder weniger verhindert werden. Vermittels der basaltischen Massen entsteht eine ganz mittelbare Verbindung; ihre Contactverhältnisse zu der einen wie zu der andern Seite zeigen wiederum jenes wechselseitig sporadische Auftreten einer Bildung innerhalb der andern, jene confuse Verschlingung, welche der regelmäßigen Lager- und Schichten-Form so ganz fremd sind.

Wiewohl rückweis unterbrochen und ausgekeilt, können diese Massen in Vergleich zu ihren untergeordneten Vorkommnissen doch eine nicht unansehnliche Erstreckung erreichen. Verfolgt man die Gränz-

Zone nach Norden über *Steen* hinaus, so trifft man in den Bergen zwischen *Hjerpen* und *Slemdal* dieselben basaltischen Gebilde bei einer Breite von $\frac{1}{8}$ Meile weiter als eine Meile *) fortsetzend. Westlich von *Nevlungen* sind sie ebenfalls nicht wenig mächtig. In der Nähe von *Brevig* breiten sie sich am weitesten auf *Stokøe* aus. Weit eingeschränkter sind die Glimmer- und Hornblend-Schiefer der Gränz-Zone; sie erreichen wohl nirgends eine Breite von 100 Meter, und können kaum eine Streichungs-Parallele aufweisen, welche sich ununterbrochen auf 500 Meter Länge erstreckte.

Was wir rücksichtlich der Gränz-Zone und ihrer Erscheinungen bemerkt haben, scheint zur Beurtheilung der wesentlichen Beschaffenheit der zwischen den zusammentreffenden Terrains Statt findenden Relationen hinreichend zu seyn. Demungeachtet dürfte man vielleicht eine positive Antwort auf die Frage fordern: welchen Hauptcharakter die Lagerungsverhältnisse beider Gesteine an sich tragen? Ist es das Verhältniß wie zwischen Unterteufstem und Unterteufendem, oder ist es eine vollkommene Juxtaposition? Das herrschende Einschießen im Kalkterrain ließ anfangs vermuthen, daß dieses die Basis der Feldspath-concretionen bilde; allein in der intermediären Zone nahm der Winkel des Einschießens weit über jene Gränze zu, welche die Annahme einer Auflagerung gestattet. Allerdings ist noch ein Einschießen entweder unmittelbar unter das granitische Terrain, oder unter einzelne ihm angehörige Massen vorhanden; al-

*) Es sind durchgängig geographische Meilen zu verstehen.

lein der Winkel ist in der Regel nahe 90° , und das Einschneiden in einigen Fällen sogar entgegengesetzt. In Hinsicht auf jene Frage muß daher das Verhältniß als eine *Juxtaposition* beurtheilt werden, bei welcher sich das Schichten-system des Kalkes im Allgemeinen etwas unterstützend, die Feldspathconcretionen etwas anlehndend verhalten.

Der Contact, des Kalkterrains mit den Schieferen des westlichen Gebietes ist weit einförmiger und anscheinend einfacher, als die Combination mit den granitischen Gebilden. Das Gneisgebiet wird vom Kalke in einer Linie begränzt, welche von *Rogn* nach *Ombersnäs* läuft, aber sich weiter nördlich der Beobachtung entzieht, weil alles vom *Frierfjorde* bedeckt wird. Dieser ganzen Linie entlang treten Schichten des Kalkterrains auf, welche in einem fortlaufenden Absturz vertical abgeschnitten sind, und sich folchergehalt mehr als 50 Meter über die niedrigere, gegen Westen ausgebreitete Landschaft erheben. Da nun diese letztere, in demselben, zum Theil auch in einem tieferen Niveau als der Fuß jenes Absturzes aus Gneisbildungen besteht, und da es von diesen bekannt ist, daß sie von O. nach W. streichen und seiger stehen, während die Schichten des Absturzes von N nach S streichen und nur wenige Grade von der Gränze wegfallen, so scheint der Schluß allerdings hinlänglich begründet, daß hier zwei einander ganz fremde Formationen zusammentreffen, von welchen die eine die Basis, die andere die Bedeckung bildet. Nichtsdestoweniger könnte es möglich seyn, daß ein solcher

Schluss etwas übereilt wäre. Als Thatfache können wir folgendes Contactverhältniß anführen. Am südlichen Ende des *Stokkevand* (vergl. tab. V Fig. 1) ist der erwähnte Absturz von einer Schlucht *) durchbrochen, aus welcher sich der Postweg von *Stathelle* in das Gebiet des Gneuses senkt. Hat man dasselbe auf der Nordseite des Weges betreten, und geht darauf östlich fort, so trifft man eine Gesteinsfolge, deren Profil tab. V Fig. 5 dargestellt ist. Die Gneusgebilde *a* verschwinden im Punkte *b*, und es folgt ein graulich- und gelblichweißer, feinsplittriger, zum Theil körnig abgeonderter Quarz, dessen Masse das Ansehen eines Lagers hat, welches mit seiner oberen Fläche ungefähr 10° in N hor. $4\frac{1}{2}$ **), also einigermaßen parallel mit der Oberfläche des vorliegenden Terrains einschiefert, und 1 bis 2 Meter über dasselbe aufsteigt.

Im Liegenden, wo die Quarzmasse die Ausgehenden der feigeren Schichten berühren mag, läßt sich die Begrenzung nicht wahrnehmen, so daß man nicht mit Bestimmtheit sagen kann, ob die scheinbare Mächtigkeit von 1 bis 2 Meter die wirkliche Mächtigkeit der Masse sey, und ob sie auch im Liegenden ihre Lagerform behaupte. Auf den Quarz folgt eine porphyrartige Bildung *c*, aus theils aschgrauem, theils sohmuziggelbem Quarzfeldstein mit

*) Sie heißt *Tangvold - Klev*.

**) Alle Compassstunden sind auf den wahren Norden zu beziehen.

Hornblendkry stallen; sie wird von einer Masse reinen körnigen Hornblendgesteines *d* bedeckt, welche theils mit ihr durch unmittelbare Uebergänge verbunden, theils durch eine dem Liegenden des Porphyres parallele Demarcationsfläche von ihr getrennt ist, so daß in sofern das Vorkommen des Porphyres das eines 1 Meter mächtigen Lagers ist. Das Hornblendgestein erstreckt sich mit vielen kleinen Unebenheiten bis zu dem großen Absturz des Kalkterrains, und scheint dessen Basis zu bilden; es ist bald mehr bald weniger grobkörnig, und versinkt sogar an manchen Stellen in eine dichte Zusammenfassung, welche Uebergänge auf der einen Seite in einen blaulichschwarzen und blaulichgrauen körnigen Quarz mit feinen Glimmerblättchen und Eisenkiespunkten, auf der andern Seite in einen schwarzen kieselartigen Schiefer zeigt, welcher die ersten Schichten *e* des Absturzes bildet; dieser Schiefer nimmt in den folgenden Schichten mehr Thon und endlich in den höheren Kalk auf.

Uebereinstimmende Verhältnisse findet man bei *Ombersnäs*. Das Hornblendgestein ist hier mehr grobkörnig und verräth viel Aehnlichkeit mit der Masse in den mächtigsten basaltischen Gängen und Lagern des Kalkterrains. In einigen Puncten berührt es den Gneus unmittelbar, entweder weil es sich weiter gegen Westen ausbreitet, als die unter ihm liegenden Quarz - und Porphyrgelände, oder weil diese sich innerhalb des Raumes ihrer gewöhnlichen Erstreckung ausgekeilt haben. Die Hornblendmasse scheint dann auf den Ausgehenden des Gneuses gleich-

sam wie festgeleimt und mit ihnen verwachsen, auch finden sich Stücke des letzteren innerhalb des Hornblendgesteines, welche wenigstens die Gestalt von Rollsteinen oder Geschieben haben.

Wir heben als Resultat heraus, daß der Kalk zur unmittelbaren Berührung des Gneusgebietes eben so wenig Neigung zeigt, als zu jener des Granitgebietes, und daß der Contact mit jenem sowohl als mit diesem eigenthümliche Bildungen hervorruft, welche sich durch ihren Reichthum an Kiefelerde und zum Theil durch ihre krySTALLINISCHE Structur auszeichnen.

Auf tab. VI findet man einige specielle Belege für die Combinationsverhältnisse der Gesteine in *Brevig* Umgegend.

Fig. 1 ist der Grundriß eines horizontal entblößten Felsbodens in der Nähe von *Lillegaard* auf der Gränze von Kalk und Granit (Punct c auf der Karte tab. V Fig. 1). a) ein Theil der continentalen Granitmasse, die hier als grobkörniger Syenit mit Zirkonen auftritt; b) sporadische Massen desselben Syenites innerhalb des Schiefers c), dessen Gemengtheile dunkel lauchgrüne Hornblende und schwarzer Glimmer sind, und welcher 70° bis 80° gegen das Granitterrain hin einschiefert; d) sporadische Schiefermassen mit weit mehr Glimmer als c und mit völlig schnurgeradem Structurparallelismus, dessen Ebene

80° nach derselben Richtung hin einschiefert wie die große Schiefermasse.

Fig. 2, *a*; Profil einer Klippe, welche in der Verticalebene des Fallens entblößt ist. Sie ragt etwa 50 Meter südlich von dem auf der Karte mit *c* bezeichneten Punkte aus der Dammerde hervor, so daß die in Fig. 1 von der Masse *a* am weitesten abstehenden Schieferparallelen als Fortsetzung der östlichen, dem Granitterrain zugewendeten Seite der Klippe zu betrachten sind. Auf dieser Seite sieht man also eine mit *c* in Fig. 1 identische Schieferbildung; nach dem Liegenden hin verkleinern sich die sie constituirenden Glimmerblättchen und Hornblendkrystalle allmählig, so daß die Masse in der Mitte des Profiles ganz homogen erscheint. Der Uebergang endigt in den westlichsten Schichten mit einem grünlich- und gelblich-weißen Kieselkalk. Mehr oder weniger vollkommen gang- und lagerartige Parteen von granitischen Feldspathconcretionen dringen von Osten in die Klippe ein.

Fig. 2, *b*; ein mit dem vorigen paralleles, aber ungefähr 50 Meter weiter nach Süden gelegenes Profil. Die granitische Masse, identisch mit *a* in Fig. 1, tritt aus der Bedeckung von Vegetation und Steinschutt hervor, und zeigt eben dergleichen Schiefermassen, welche in der Verticalebene des Fallens durchbrochen sind.

Fig. 3. Grundriß des Felsbodens im Punkte *b* auf *Aröe*; er kann als ein horizontaler Schnitt betrachtet werden, obgleich der Boden etwas uneben

ist, und von der See mit 10° bis 15° Neigung aufsteigt. *a* reiner Quarzschiefer mit abwechselnd gelblichweißen, gelblichgrauen, röthlichen und braunen Parallelmassen, welche 70° in N hor. $3\frac{1}{2}$ einschliessen, und eine sporadische Syenitmasse, *b*, mit häufigem Zirkon, auch mit Molybdän und Flußspath umschliessen. Ueberall, wo sich der Quarzschiefer dem Granite nähert und denselben berührt, erscheinen die schnurgeraden Parallelmassen gebogen und in den verschiedensten Richtungen verschlungen; zugleich füllen sie sich mit Hornblende und Glimmer. Wo die Parallelen dem Syenit nicht seitlich ausweichen und sich zurückbiegen, sondern sich gerade gegen ihn abstoßen, da erscheinen sie im Contacte so innig mit ihm verwachsen, daß die Gränze unkenntlich wird. *c* ist ein vom Syenit umschlossenes Stück Quarz mit Glimmer und Hornblende.

Fig. 4. Grundriss der nördlichsten Landzunge von Gjeteröe, nebst Profil in der Verticalebene des Einschliessens. *a* verschiedene lagenweis wechselnde Nüancen von Kieselkalk und Kalkkiesel, 60° bis 70° in N hor. $4\frac{1}{2}$ einschliessend. Es kommen grünlichgrau und blaulichgrüne, dichte und feinsplittrige Varietäten vor, welche Streifen und Bänder von 1 Centimeter Breite bilden; die röthlichen und chokoladfarbigen, schwachschimmernden Nüancen sind etwas mächtiger; beide wechseln mit dünnen Lagen von blaulichweißem, körnigem Kalkstein; *b* zwei Lager einer hornblendreichen, sehr eisenhaltigen, basaltischen Masse; *c* zwei Lager von blaulichweißem, grobkörnigem Marmor, welche durch eingeschobene,

$\frac{1}{2}$ Centimeter mächtige Streifen von braunem Kieselkalk in dünnere Lagen abgefondert sind. In *d* ist der Kalk gänzlich verschwunden, und man sieht nichts als graulichweisse, röthliche und braune lagenweis wechselnde Quarzschiefer mit 70° bis 80° Einschiefsen in N hor. 4 $\frac{1}{4}$. Nach der granitischen Concretion *e* hin werden die Streichungslinien der Schiefer wellenförmig, und Glimmer nebst Hornblende finden sich ein; der Granit selbst gleicht übrigens jenem von *Aröe*, nur ist er reicher an rothem Feldspathe und ärmer an Zirkon.

Fig. 5. Ein Verticalschnitt in der Richtung des Einschiefsens durch den Punkt *d* auf *Gjeteröe*. Das Gestein ist ein gelblichweisser, versteinerungsreicher Kalk, dessen Structur zwischen dem Dichten und Feinkörnigen schwankt. Er zeigt häufige Lager und Streifen, von denen die mächtigsten schwarzbrauner, sehr schwerer, hornblendreicher Eisenbasalt (*Jernbasalt*) sind; die minder mächtigen Lager bestehen aus einer röthlichbraunen, jaspisartigen, grüngestreiften Masse von flachmuschligem, feinsplittrigem Bruch und mit starker Imprägnation von Eisenkies. Die dünnsten Bänder, die sich zuletzt ganz in der Kalkmasse verlieren, sind röthlichgrauer Kalkkiesel oder grauer Kieselkalk. Die Schichten insgesamt schiefsen 40° in N hor. 4 $\frac{1}{4}$.

Fig. 6. In der Nähe des Punctes *e* auf *Aröe* (eigentlich auf *Stor-Aröe*) ragen Felsenwände mehr oder weniger senkrecht aus dem Meeresgrunde auf. Sie bestehen aus verschiedenen Varietäten von Quarz-

Schiefer mit Lagern und Gängen der eisenbasaltischen (*jernbasaltisk*) Masse. Fig. 6 stellt einen Theil einer solchen Felswand dar, und kann als ein Verticalschnitt in der Diagonalrichtung zwischen Streichen und Fallen betrachtet werden; die Schichten fallen etwa unter 60° vom Beobachter weg, und man sieht sie halb en face, halb im Profil; *a* Quarzschiefer, *b* die Ausgehenden basaltischer Massen.

Fig. 7. Ein andrer Theil derselben Felswände. Man sieht die Schichten ganz en face, und kann die Zeichnung als einen Schnitt durch die Verticalebene des Streichens betrachten; *a* Quarzschiefer; *b* lagerartige basaltische Massen; *c* eine gangartige Masse dergleichen, welche sich nach unten nicht auskeilt, sondern plötzlich wie quer abgeschnitten endigt. Wo der Quarzschiefer den so begränzten Gang trifft, ist er vollkommen stetig, unverrückt und unverändert; dagegen scheint die Stetigkeit der durchsetzten Basaltlager durch das Eintreten des Ganges aufgehoben zu seyn.

Fig. 8. Ein Enface, analog mit dem vorhergehenden und von derselben Gegend auf *Aröe*. Die basaltische Gangmasse *a* verschmilzt gänzlich mit der Lagermasse *b*; beide sind vollkommen einerlei. Das Lager zeigt sich in sofern durch das Zusammentreffen mit dem Gange verrückt, als es auf der einen Seite desselben nur halb so mächtig ist, wie auf der andern; eben so erscheint der Gang nach seinem Austritte aus dem Lager, da, wo er unter dem Geröll wieder zum Vorschein kommt, nur mit der

Halfte seiner früheren Mächtigkeit; e sind unregelmäßige, mit dem Gange und Lager gleichartige und theils mit ihnen zusammenhängende, theils ganz isolirte Massen. Das Nebengestein dieser basaltischen Bildungen ist hier ebenfalls Quarzschiefer.

(Fortsetzung folgt.)

II.

Beschreibung mehrerer neuer oder bisher nur unvollständig bekannter Mineralien;

von

WILHELM HAIDINGER *).

1. *Allanit* **). *Tetarto - prismatisch* (ein und eingliedrig. Weiss). Beobachtete Combination wie in Fig. 1. Neigung:

*) Der vorliegende Aufsatz ist zum grossen Theil ein Auszug aus dem Appendix No. 1, der von Hrn. Haidinger besorgen, im Jahre 1825 zu Edinburgh erschienenen, englischen Uebersetzung des *Grundrisses der Mineralogie* von Friedr. Mohs. Hr. Haidinger, der sich gegenwärtig für einige Zeit in Berlin aufhält, hat mit zuvorkommender Güte diesem Aufsatze Mehreres hinzugefügt, sowohl an Zeichnungen, als einzelnen Bemerkungen, besonders in Betreff der vier letzten Species. Die vom Hrn. Prof. Mohs eingeführte Bezeichnungsweise, mit denen ich vielleicht nur einen geringeren Theil des Publikums vertraut annehmen konnte, ist nur da beibehalten, wo ihre Bedeutung schon durch die mitfolgenden Figuren erklärt wird, und es können selbst die hier vorkommenden Beispiele dazu dienen, sich den Geist dieser Methode eigen zu machen. Einiges, besonders hinsichtlich der Terminologie, ist an Ort und Stelle erläutert; auch hielt ich es des Vergleiches halber für gut, bei den Mohs'schen Benennungen der Kryallsysteme, die vom Hrn. Prof. Weiss in Parenthesis hinzuzufügen. P.

**) Allantite. Thomson. Trans. Roy. Soc. Edinb. Vol. VI. p. 371. Prismatisches Ceroxyd od. Allantite. Jameson Syst. of Miner. Vol. III. p. 181. Manual of Mineralog. p. 319. Allantit zum Theil. Phillips. p. 264.

von r zu $M = 129^\circ$; von d zu $r = 124\frac{1}{2}^\circ$; von x zu $t = 164\frac{1}{2}^\circ$
 - $r - P = 116^\circ$; - $y - r = 109^\circ$; - $x - y = 151^\circ$
 - $M - P = 115^\circ$; - $s - x = 156\frac{1}{4}^\circ$; - $t - y = 166\frac{1}{2}^\circ$
 - $s - r = 135\frac{1}{2}$;

Theilbarkeit: undeutlich parallel mit r und P .
Bruch: unvollkommen muschlig. *Glanz*: unvollkommen metallisch. *Farbe*: bräunlich oder grünlich schwarz.
Strich: grünlich grau. Undurchsichtig, in dünnen Splittern schwach durchscheinend, braun. Spröde.
Härte: $\approx 6,0$. Specif. Gewicht $\approx 4,001$ (Bournon).

Der Allanit schäumt vor dem Löthrohre und schmilzt unvollkommen zu einer schwarzen Schlacke; gelatinirt in Salpetersäure und besteht nach Dr. Thomson aus:

Cerocyd	33,90	Kalk	9,20
Eisenoxyd	25,40	Thonerde	4,10
Kieselerde	35,40		

Er wurde zu Alluk in Ost-Grönland von Hrn. Karl Giesecke entdeckt, und zuerst von Hrn. Allan beobachtet. Er wird von pyramidalem Zirkon, rhomboëdrischem Quarz u. s. w. begleitet.

II. *Akmit**) *Hemi-prismatisch* (zwei und eingliedrig. VV.). Beobachtete Combination wie in Fig. 2. (im Cabinet des Hrn. Allan). Neigung von M zu M über $r = 86^\circ 56'$, Winkel $abc = 28^\circ 19'$ (*Mitscherlich*); s zu $s = 119^\circ 30'$; Kante zwischen s zu s gegen $r = 106^\circ$. Die Zwillingkrystalle parallel mit r zusammengewachsen.

Theilbarkeit: deutlich parallel mit M , auch mit r und t und s . *Bruch*: unvollkommen muschlig. Oberfläche, r nach der Länge unregelmäßig gestreift, die übrigen Flächen sehr eben, doch nicht sehr glatt. *Glanz*: Glasglanz. *Farbe*: bräunlich schwarz. *Strich*: blasse gelblich grau. Undurchsichtig, sehr dünne Split-

*) Achmito. Ström. Edinb. phil. Journ. Vol. IX. p. 55.

ter sind durchscheinend, und zeigen eine schöne gelblich braune Färbung. Spröde. Härte = 6,0 bis 6,5. Spec. Gew. = 3,24 (Strö m).

Er sieht dem paratomen Augitspath (*Augit*), sehr ähnlich, besonders in Rücksicht der Form und regelmässigen Zusammensetzung. Nach Berzelius besteht er aus:

Kieselerde	55,25	Kalk	0,72
Eisenoxyd	31,25	Natron	10,40
Manganoxyd	1,08		

Er schmilzt leicht vor dem Löthrohre zu einer schwarzen Kugel. Er wurde zu Eger in Norwegen gefunden, eingewachsen in Granit *). Sein Name ist von *ἀκμή* eine Spitze, wegen der Form seiner Krystalle, abgeleitet.

III. *Babingtonit* **). *Tetarto-prismatisch* (ein und eingliedrig. VV.). Beobachtete Combination ist Fig. 3 dargestellt. Winkel nach Levy:

p zu $m = 92^{\circ}34'$; m zu $t = 112^{\circ}30'$; g zu $m = 132^{\circ}15'$
 p zu $t = 88^{\circ}$; m zu $h = 137^{\circ}5'$; h zu $g = 89^{\circ}20'$
 t zu $h = 155^{\circ}25'$; p zu $d = 150^{\circ}25'$;

Theilbarkeit: deutlich, parallel mit p und t .
Bruch: unvollkommen muschlig. *Glanz*: glasartig.
Farbe: schwarz, oft grünlich, dünne Splitter sind schwach durchscheinend, und von einer grünen Farbe senkrecht auf p , und von einer braunen parallel mit dieser Fläche. In grösseren Krytallen scheint er undurchsichtig. Härte = 5,5 bis 6,0.

Er ähnelt gewissen dunkelgefärbten Varietäten vom paratomen Augitspath (*Augit*). Hrn. Children zufolge besteht er aus Kieselerde, Eisen, Mangan und Kalk mit einer Spur von Titan. Er

*) Man sehe den folgenden Aufsatz des Hrn. Möller. (P.)

**) *Babingtonite*. Levy in *Annals of Philos. new series* Vol VII. p. 275.

wird zu Arendal in Norwegen gefunden, in kleinen auf der Oberfläche von Albit befindlichen Krystallen.

IV. *Baryto - Calcit* *). *Hemi-prismatisch* (zwei und eingliedrig. VV.). Combinationen wie in Fig. 4 u. 5. Neigung von M zu $M = 106^{\circ}54'$; h zu P (über a) $= 106^{\circ}8'$; P zu $M = 103^{\circ}54'$, nach Brooke; b zu $b = 95^{\circ}15'$; h gegen die Kante zwischen b und $b = 119^{\circ}$, P gegen dieselbe Kante $= 135^{\circ}$; c zu $c = 145^{\circ}54'$, d gegen d über $h = 68^{\circ}$. Derb, in körnigen Zusammensetzungen.

Theilbarkeit: vollkommen parallel mit M , weniger leicht zu erhalten, jedoch vollkommen parallel mit P . *Bruch*: uneben, unvollkommen muschlig. *Oberfläche*: h gestreift parallel den Combinationsskanten mit M ; die vertikalen Prismen parallel mit der Axe. *Glanz*: Glasglanz in den Fettglanz neigend. *Farbe*: graulich-gelblich- oder grünlich-weiß. *Strich*: weiß. Durchsichtig bis durchscheinend. Härte $= 4,0$ Spec. Gew. $= 3,66$, Children.

Für sich schmilzt er nicht vor dem Löthrohre, mit Borax aber glebt er eine klare Perle. Besteht nach Hrn. Children aus:

Kohlensaurem Baryt 65,9

Kohlensaurem Kalk 33,6

Zuweilen glebt er Spuren von Eisen und Mangan. Man trifft ihn in ziemlich beträchtlichen Mengen zu *Alston Moor* in Cumberland an, so wohl derb als krystallisirt.

Die Entdeckung des *Baryto - Calcit's* ist besonders geeignet, die Vortheile einer systematischen Nomenclatur zu zeigen. Nach Untersuchung seiner Characteres und seiner Aehnlichkeit mit anderen Species, wird er unmittelbar dem Geschlechte der *Hal-Baryto*

*) *Baryto - Calcite*, Brooke. Ann. of Phil. new series Vol. VIII. p. 114. Edinb. Journ. of Science. Vol. I. p. 378.

(Mohs) untergeordnet, und muß deshalb die Benennung: *hemi-prismatischer Hal-Baryt* erhalten.

V. *Brewsterit* *). *Hemi-prismatisch* (zwei und eingliedrig. VV.). Combination in Fig. 6. dargestellt. Neigung der Kante zwischen d und d , gegen die zwischen h und $h = 95^{\circ}40'$; d zu $d = 172^{\circ}$. Die Prismen: $h = 176^{\circ}$; $g = 136^{\circ}$; $e = 131^{\circ}$; $c = 121^{\circ}$. Brooke.

Theilbarkeit: vollkommen parallel mit P , Spuren parallel mit einer Fläche, die die Kante zwischen h und h hinwegnimmt. *Bruch*: uneben. Die Oberfläche der Prismen gestreift parallel ihrer gemeinschaftlichen Durchschnitte. Glanz, glasartig, perlenmutterartig auf P . *Farbe*: weiß, ins Gelbe und Graue geneigt. Durchsichtig . . . durchscheinend. *Härte* = 5,0 bis 5,5. *Spec. Gew.* = 2,12 bis 2,20. Dr. Brewster.

Er wird gefunden in Kry stallen und kry stallinischen Häutchen, in Begleitung mit rhomboëdrischem Kalk-haloid (Kalkspath) zu Strontian in Argyleshire **). Er ähnelt besonders dem prismatoidischen und hemiprismatischen Kuphonspath (Strahlzeolith und Blätterzeolith. Wern.). Vor dem Löthrohr verliert er zuerst sein Wasser und wird undurchsichtig, dann schäumt er und schwillt auf, aber ist schwer schmelzbar. Mit Phosphorsalz giebt er ein Skelet von Kieselerde.

VI. *Brochantit* ***). *Prismatisch* (zwei und zweigliedrig. VV.). Combination wie in Fig. 7. Neigung: zwischen den anliegenden beiden $o = 150^{\circ}30'$, von M zu M , über die Kante zwischen o und $o = 114^{\circ}20'$, zwischen den anliegenden beiden $d = 63^{\circ}0'$. Levy.

*) Brewsterite. Brooke. Edinb. phil. Journ. Vol. VI. p. 112. Brewsterite Phillips p. 200.

**) Hr. Bergemann in Berlin besitzt ein Stück, ganz der Varietät von Strontian ähnlich, von St. Turpet im Münsterthale bei Freiburg.

***) Brochantite. Levy. Ann. of phil. Oct. 1824. p. 241.

Theilbarkeit: parallel mit *M*. Fläche *M* schwärzlich und matt, die übrigen Flächen glatt und glänzend. **Farbe:** Smaragdgrün. Durchsichtig. **Härte** = 3,5 bis 4,0 ungefähr.

Nach den Versuchen vor dem Löthrohre, von Hrn. Children, besteht er aus Schwefelsäure und Kupferoxyd. Wegen seiner Unlöslichkeit in Wasser ist er entweder ein Salz mit Ueberschuss an Basis oder er enthält, wie Hr. Children annimmt, einige andere Substanzen, als Kieselerde oder Alaunerde neben den beiden zuvor genannten. Er ist in kleinen aber deutlichen Kry stallen, auf einer nierförmigen Varietät des hemiprismatischen Ha-
bronem-Malachites (*Malachit. Wern.*) gefunden, welche ihrerseits octaëdrisches Kupfererz bedecken, in der Bank-Grube zu Ekatherinenburg in Sibirien.

VII. *Brookit* *). - *Prismatisch* (zwei und zweigliedrig. VV.). Verhältniß der Axen: $a : b : c = 1 : \sqrt{3,237} : \sqrt{1,149}$. **).

Eine der beobachteten Combinationen ist Fig. 8. abgebildet. Neigung von:

σ^3 gegen σ^3 (über a') = $101^\circ 37'$	i gegen i (über a') = $149^\circ 37'$
σ^3 — σ^3 (anliegend) = $135^\circ 46'$	$b\frac{1}{2}$ — $b\frac{1}{2}$ (über a') = $135^\circ 41'$
σ^3 — σ^3 (über m) = $94^\circ 44'$	σ^3 — σ^3 (an der Axe) = $77^\circ 36'$
a^2 — a^2 (an der Axe) = $148^\circ 56'$	m — m (über h') = $80^\circ 0'$
a' — a' (an der Axe) = $124^\circ 52'$	

Glanz: Metallähnlicher Demantglanz. **Farbe:** Haarbraun, in ein tiefes Orangegelb übergehend, zuweilen röthlich. **Strich:** gelblich weiß. Durchscheinend .. undurchsichtig, die helleren Farben erscheinen bei durchfallendem Lichte. Spröde. **Härte** = 5,5 bis 6,0.

*) Brookite. Levy. Annals of Phil. Febr. 1825.

**) Es bezeichnet a die Axe, b und c , die beiden Diagonalen der Basis.

Er enthält Titan, ist aber bis jetzt noch nicht analysirt worden. Die ersten Varietäten wurden von Hrn. Soret beschrieben, unter den Mineralien, welche das pyramidale Titanerz (Anatas) aus der Dauphinée begleiten. Aber viel schönere Kryrstalle, einige derselben von einem halben Zoll in Durchmesser, sind kürzlich am *Snowdon* in Wales gefunden worden. An beiden Orten sind sie von rhomboëdrischem Quarz begleitet; in der Dauphinée überdies von pyramidalem Titan-Erz, auch von Crichtonit und Albit.

VIII. *Bucklandit* *). *Hemi-prismatisch* (zwei und eingliedrig. VV.). Beobachtete Combinationen wie in Fig. 9 und 10. Neigung der Flächen, nach Levy:

$$\begin{array}{lll} o \text{ zu } d = 103^{\circ}56'; & o \text{ zu } p = 114^{\circ}55' & o \text{ zu } P' = 95^{\circ}40' \\ d - d = 70^{\circ}40'; & o - P = 121^{\circ}30' & d - P' = 160^{\circ}24' \\ d - p = 125^{\circ}20'; & o - o' = 99^{\circ}41' & \end{array}$$

Theilbarkeit: nicht beobachtet. *Farbe*: dunkelbraun, fast schwarz. Undurchsichtig. Er scheint härter zu seyn als der paratome Augitspath (Augit).

Er ward entdeckt in kleinen Kryrstallen auf einer Handstufe aus der *Neskiel*-Grube, nahe bei *Arendal* in Norwegen, wo er mit schwarzer Hornblende, Skapolith und Kalkspath vorkommt. Er ähnelt dem paratomen Augitspath.

IX. *Childrenit* **). *Prismatisch* (zwei und zweigliedrig. VV.). $P = 130^{\circ}20'; 102^{\circ}30'; 97^{\circ}50'$ ***), Brooke. $a : b : c = 1 : \sqrt{2,448} : \sqrt{1,103}$.

*) Bucklandite. Levy. Ann. of phil. Febr. 1824. p. 134.

**) Childrenite. Brooke. Brande's Quarterly Journal. Vol. XVI. p. 274.

***) Die Winkel in ihrer Folge beziehen sich auf die stumpfe Axenkante, auf die scharfe Axenkante und auf die Seitenkante der ungleichschenkligen Pyramide.

Einfache Gestalt: $P - \infty (f)$; $\frac{4}{3} P (b) = 135^\circ 56'$
 $111^\circ 42'$, $85^\circ 3'$. $P (e)$; $\frac{3}{4} Pr + 2 (a) = 55^\circ 6'$; $Pr + \infty (P)$

Eine Combination aus allen diesen Gestalten ist Fig. 11. abgebildet.

Theilbarkeit: unvollkommen parallel mit $Pr + \infty$.
Bruch: uneben. **Glanz:** glasartig, zum Fettglanz geneigt. **Farbe:** gelblich weifs, weingelb, ockergelb, und hell gelblichbraun. **Strich:** weifs. Durchscheinend. Härte = 4,5 bis 5,0.

Nach Dr. Wollaston besteht er aus Phosphorsäure, Thonerde und Eisen. Er wurde bisher nur in der Nachbarschaft von Tavistock gefunden in einzelnen Krystallen und krystallinischen Häutchen auf brachytypem Parachros-Baryt (Spatheisenstein. Wern.), hexaëdrischem Eisen-Kies und rhomboëdrischem Quarz, zufällig auch von rhomboëdrischem Flufs - Haloid (Apatit) begleitet.

X. Comptonit. Prismatisch (zwei und zweigliedrig. Weifs.). Beobachtete Combination wie in Fig. 12. Neigung von o zu $o = 177^\circ 35'$, von a zu $a = 91^\circ$, Brooke, $= 93^\circ 45'$ nahe, Brewster.

Theilbarkeit: parallel mit T und M , die erste ein wenig deutlicher; auch parallel mit a . **Bruch:** kleinschellig, uneben. **Oberfläche** a parallel den Combinationsecken mit M und T gestreift; die übrigen Flächen platt. **Glanz:** glasartig. **Farbe:** weifs. **Strich:** weifs. Durchsichtig, ... halb durchsichtig.

Vor dem Löthrohr giebt er fast dieselben Resultate, wie die übrigen Species aus dem Geschlechte Kuphonspath (Analcime, Harmotom, Schabasit u. s. w.). Zuerst giebt er Wasser aus, schwillt ein wenig auf und wird undurchsichtig, dann schmilzt er unvollkommen zu einem blasigen Glase. Die mit Borax erhaltene Kugel ist durchsichtig, aber voll Blasen; die mit Phosphorsalz enthält ein Skelett von Kieselerde und wird unklar beim Erkalten. Mit ein wenig Natrum schmilzt er unvollkommen, aber

mit einer grösseren Quantität wird er vollkommen unschmelzbar. Das Glas mit Kobaltlösung ist schmutzig blaugrau. Nach Dr. Brewster bildet er eine Gallerte, wenn er in Pulverform der Wirkung von Salpetersäure ausgesetzt wird. Er kommt am Vesuv mit paratomen Kupfouspath in den Höhlungen eines Mandelsteines vor. Der Name Comptonit, den Dr. Brewster dieser Species gab, wurde von Hrn. Allan vorgeschlagen.

XI. *Euchroit* *) *Prismatisch* (Zwei und zweigliedrig. VV.). $P = 119^{\circ}7', 81^{\circ}47', 126^{\circ}54'$; $a : b : c = 1 : \sqrt{0,928} : \sqrt{0,344}$.

Einfache Gestalten. $P - \infty (P)$; $P + \infty (M) = 117^{\circ}20'$; $(Pr + \infty)^s (s) = 95^{\circ}12'$; $(Pr + \infty)^3 (i) = 78^{\circ}47'$; $(Pr)(n) = 87^{\circ}52'$; $Pr + \infty (k)$. Eine der beobachteten Combinationen ist in Fig. 13. dargestellt.

Theilbarkeit: parallel mit n und m , undeutlich, und unterbrochen. *Bruch*: klein muschlig, uneben. Oberfläche der vertikalen Prismen gestreifte, parallel den gemeinschaftlichen Kombinationskanten, $P - \infty$ oft abgerundet.

Glanz: glasartig. *Farbe*: hell smaragdgrün. *Strich*: bleich apfelgrün. Doppelte Strahlenbrechung beträchtlich. Durchsichtig, durchscheinend. Etwas spröde. Härte = 3,5 bis 4,0. Spec. Gew. = 3,38g.

Nach Dr. Turner besteht er aus:

Kupferoxyd	47,85
Arseniksäure	33,02
Wasser	18,80

Im Kolben verliert er sein Wasser, wird gelblichgrün und zerreiblich. Auf Kohle bis zu einem gewissen Punkt erhitzt, wird er augenblicklich mit Detonation reducirt, und hinterläßt eine Kugel

*) *Euchroite*. Haidinger Edinb. Journ. of. Scienc. Vol. II. p. 133.

Dr. Turner ibid. p. 301.

von h mmerbarem Kupfer, voll weißer metallischer Theilchen, welche bei fortgesetztem Blasen gänzlich verfliegen.

Er ward zu *Libethen* in Ungarn, in quarzigem Glimmerschiefer entdeckt und nach London unter dem Namen: *Euchroit* *) gebracht. Er wird in das Geschlecht: Smaragd-Malachit von Mohs unter dem Namen des prismatischen Smaragd-Malachits aufgenommen werden.

XII. *Fergusonit* **). *Pyramidal* (Viergliedrig. VV.). Grundgestalt. Gleichschenklige, vierseitige Pyramide. $P = 100^{\circ} 28', 128^{\circ} 27'; a = \sqrt{4,5}$.

Einfache Gestalten: $P - \infty (i)$; $P(s)$; $\frac{(P-1)^2}{2} (z)$ Winkel an der Basis $= 159^{\circ} 2'$; $\frac{[(P+\infty)^2]}{2}$. Character der Combinat. hemiprismatisch, mit parallelen Flächen. Eine der beobachteten Combinationen ist: $P - \infty . P$. $\frac{(P-1)^2}{2}$. $\frac{[(P+\infty)^2]}{2}$ und in Fig. 14. abgebildet.

Theilbarkeit: Spuren parallel mit P . *Bruch*: vollkommen muschlig. Die Oberfläche etwas uneben. *Glanz*: unvollkommen metallisch, zum Fettglanz genigt. *Farbe*: dunkel bräunlich schwarz, in dünnen Splittern blaß. *Strich*: sehr blaß braun, gleich dem peritomen Titanerz (Rutil). Undurchsichtig, in dünnen Splittern durchscheinend. Spröde.

*) Der Name *Euchroit* wurde für diese Species von Hrn. Breithaupt in seiner *Vollständigen Charakteristik etc.* vorgeschlagen, wo sich auch eine vorläufige Beschreibung derselben findet. Dief  war Hrn. Haidinger unbekannt, als seine Uebersetzung des Werkes von Mohs in England erschien.

**) *Fergusonite*. Haidinger. Trans. Roy. Soc. Edinb. Vol. X. Part .II. p. 271. *Allanite* (zum Theil) Phillips. p. 264.

Härte = 5,5 bis 6,0. Spec. Gew. = 5,838 Allan; = 5,800 Turner. Nicht magnetisch.

Er verliert seine Farbe vor dem Löthrohr, und wird blafs gelblich grün, ist aber für sich unschmelzbar. Er wird gänzlich von Phosphorsalz gelöst, aber einige Theilchen bleiben eine lange Zeit unverändert. Die blasse grünliche Kugel wird unklar durch Flattern, oder nach dem Erkalten, wenn sehr viel hinzugesetzt wird. Bevor die ganze Portion aufgelöst worden ist, nimmt er ein schwaches Rosenroth in der Reductionsflamme an. Er wurde für Yttror-Tantal gehalten, dem durch die Versuche vor dem Löthrohr nicht widersprochen wird. Unter dieser Benennung ist er in Hrn. Prof. Mohs Grundriss der Mineralogie beschrieben worden.

Er ist zu Kikertaurfak nahe am Cap Farewell in Grönland gefunden, in rhomboëdrischen Quarz eingewachsen. Die Stücke, auf welche sich die gegenwärtige Beschreibung bezieht, befinden sich in dem Cabinet des Hrn. Allan zu Edinburg, welcher den Namen Fergusonit vorschlug.

XIII. *Fluellit**). *Prismatisch* (Zwei und zweigliedrig VV.). $P = 109^{\circ}, 82^{\circ}, 144^{\circ}$. Querschnitt = 105° (ungefähr) Wollaston. Farbe, weifs. Durchsichtig. Brechungsverhältnifs = 1,47 (während das des Wavellits = 1,52 ist) Wollaston.

Kommt in kleinen Kry stallen vor, ähnlich Fig. 15 zusammen mit dem Wavellit on Cornwall: wurde von Levy entdeckt, aber von Wollaston benannt und untersucht, welcher fand, daß er Alaunerde und Flußsäure enthält.

XIV. *Forsterit***). *Prismatisch* (Zwei und zweigliedrig. VV.). Beobachtete Combination wie in Fig. 16. Neigung von M zu $M = 128^{\circ}54'$; von y zu y (über M) = $107^{\circ}48'$; y gegen das anliegende $y = 139^{\circ}14'$.

*) Fluellite von Wollaston. Lev Ann. ofy. Phil. Oct. 1824. p. 241.

**) Forsterite. Levy. Ann. of Phil. Hft. XXXVII. p. 61.

Theilbarkeit: leicht parallel mit o . Farblos, glänzend, durchscheinend. Hart genug, um Quarz zu ritzen.

Enthält nach Hrn. Children Kieselersde und Magnesia. Ward entdeckt von Hrn. Levy in kleinen Kry stallen, den Pleonast und Olivengrünen Pyroxen am Vesuv begleitend. Die Winkel dieses Minerals stimmen ziemlich nahe mit denen am prismatischen Corund (Chrysoberyll) überein, in derselben Folge = $128^{\circ}35'$, $107^{\circ}29'$ und $139^{\circ}53'$; nur die Fläche senkrecht auf der Axe, welcher im Forsterit selbst ein leichter Blätterdurchgang parallel läuft, ist noch nicht am prismatischen Corund entdeckt worden.

XV. *Gmelinit* *). *Rhomboëdrisch*.

Combination: $P - \infty$, P , $P + \infty$ wie in Fig. 17. Die Winkel nähern sich denen am rhomboëdrischen Kuphonspath (Schabasit), welche für die gleichschenklige Pyramide sind = $145^{\circ}54'$, $71^{\circ}48'$. Die Neigung von y gegen y' fand Dr. Brewster = $83^{\circ}26'$.

Theilbarkeit: deutlich, parallel mit R . *Bruch*: uneben. Die Oberfläche gestreift, das Prisma in horizontaler Richtung, die gleichschenklige Pyramide parallel den Kombinationskanten mit R ; $R - \infty$ rauh, aber eben. *Glanz*: glasartig. *Farbe*: weiß ins Fleischrothe gehend. *Strich*, weiß. Durchscheinend.

Der Sarcolite von Vauquelin, welcher durchaus verschieden ist von Thomson's Sarcolit, ist das nämliche Mineral, welchem Dr. Drée den Namen Hydrolit gab, und hat keine Verwandtschaft mit dem Analcime, wie Haüy annahm. Der schon von Vauquelin bemerkte geringe Grad von Härte, und die von Leman an den Varietäten aus der Gegend von Vicenza entdeckte Form, beweisen unwiderleglich, daß dies Mineral näher mit dem rhomboë-

*) Sarcolite. Vauquelin Ann. du Mus. IX. 249. XI. 42. Variat. vom Analcime Haüy. Traité second. Ed. T. III. p. 177. Hydrolite. De Drée Musée p. 18. Gmelinite. Brewster. Edinb. Journ. of Scienc. Vol. II. p. 362.

drischen Kuphonspath übereinstimmt. Die in Fig. 17 abgebildete Varietät ist von weißer Farbe, und mit Streifen versehen, welche Anzeigen einer regelmässigen Zusammensetzung geben, nach demselben Gesetze welches so häufig bei andern Varietäten dieses Minerals und beim *Levyne* vorkommt. Sie ward von Hr. Allan in dem kleinen Thiergarten von Glenarm in der Grafschaft Antrim in Irland gefunden, und in seinen: *Synonymes* erwähnt. Dasselbe Stück erkannte Leman als eine Varietät des Hydrolits von Vicenza. Zwei Analysen von den Varietäten von Vicenza und Castel gaben Vauquelin:

Kieselerde	50,00	. .	50,00
Alaunerde	20,00	. .	20,00
Kalk	4,50	. .	4,25
Natron	4,50	. .	4,25
Wasser	21,00	. .	20,00

Dr. Brewster fand, daß der Gmelinit*) die Eigenschaft besitzt, in eine Menge von Schuppen zu zerspringen, wenn er in die Flamme einer Kerze gehalten wird, und daß das Brechungsvermögen schwächer ist, als das vom rhomboëdrischen Kuphonspath; der Index (das Verhältniß des Sinus des Einfallswinkels zu dem des Brechungswinkels) ist nur 1,474. Sowohl bei Vicenza als in Irland kommt er in Höhlungen von Mandelstein vor.

XVI. *Hopeit**, *Prismatisch* (Zwei und zweigliederig. W.). $P = 139^{\circ}41'$; $107^{\circ}02'$; $86^{\circ}49'$. $a : b : c = 1 : \sqrt{4,423} : \sqrt{4,493}$.

Einfache Gestalten. $P - \infty$ (g); P (P); $(\bar{P}r + \infty)^3$ (s) $= 81^{\circ}34'$; $\bar{P}r$ (M) $= 101^{\circ}24'$. $\bar{P}r + \infty$ (b); $\bar{P}r + \infty$ (p)

Charakter der Combinat. prismatisch.

Combination. $P - \infty$. $\bar{P}r$. P . $(\bar{P}r + \infty)^3$. $\bar{P}r + \infty$. $\bar{P}r + \infty$ Fig. 18.

Theilbarkeit: $\bar{P}r + \infty$ vollkommen, weniger deut-

*) Der Name *Gmelinit* ist diesem Minerale zu Ehren des Hrn. Prof. C. G. Gmelin zu Tübingen von Hr. Dr. Brewster beigelegt. P.

**) Hopeite. Brewster. Trans. Roy. Soc. Edinb. Vol. X. p. 107.

lich $\bar{P}r + \infty$. Flächen, $\bar{P}r + \infty$ der Länge nach tief gefurcht die übrigen Flächen glatt. *Glanz*: glasartig, perlenmutterartig auf $\bar{P}r + \infty$. *Farbe*: graulich weifs. *Strich*: weifs. Durchsichtig bis durchscheinend. Doppelte Strahlenbrechung; zwei Axen, die Hauptaxe senkrecht auf der Axe von P und der Fläche b ; Winkel der resultirenden Axe nungefähr 48° , in der Ebene von $P - \infty$ (g), an der stumpfen Seitenecke von P anliegend. Index der ordentlichen Refraction nahe 1,601.

Milde. Härte = 2,5 . . 3,0. Spec. Gew. = 2,76. Brewster, von einem vollkommenen Krytall.

Der Hopeit wurde früher als eine Varietät vom Stilbit betrachtet. Nach Nordenskiöld verliert er sein Wasser vor dem Löthrohr und schmilzt alsdann leicht zu einer klaren farblosen Kugel, welche die Flamme grün färbt. Giebt kein Skelet von Kieselerde mit Phosphorsalz, mit dem er in allen Verhältnissen schmilzt. Wenn viel von dem Mineral hinzugethan ist, wird die Kugel beim Erkalten unklar, setzt aber keinen Rauch von Zink auf die Kohle ab. Die durch Schmelzen mit Borax erhaltene Kugel wird beim Erkalten nicht unklar. Mit Soda giebt er eine Schlacke, die in der Hitze gelb ist; es wird viel Zinkrauch, und nahe an der Schlacke auch etwas Kadmiumrauch abgesetzt. Das geschmolzene Mineral giebt ein schön blaues Glas mit Kobaltsolution. Der Hopeit scheint daher eine Verbindung von einer der stärkeren Säuren, als Phosphor- oder Boraxsäure, mit Zink, einer erdigen Basis, ein wenig Kadmium und einer grossen Menge Wasser zu seyn. Er wurde bisher nur in den Galmeygruben von Altenberg bei Achen gefunden und ist sehr selten.

XVII. *Levyn* *). *Rhomboëdrisch*.

$$R = 79^\circ 29'; a = \sqrt{8,38}.$$

*) *Levyne*, Dr. Brewster. *Edinb. Journ. of Science*, Vol. II. p. 332.

Einfache Gestalt. $R - \infty (o)$; $R - \bar{1} (g) = 106^{\circ}4'$; $R (P)$; $\frac{3}{4} R + 1 (n) = 70^{\circ}7'$. Character der Combination, rhomboëdrisch.

Combinat. $R - \infty$. $R - 1$. R . Fig. 19. stellt zwei Individuen parallel mit $R - \infty$ zusammen gewachsen dar, die Individuen setzen über die Zusammensetzungsfäche hinaus fort, wie beim rhomboëdrischen Kuphonspath (Schabazit). Neigung von o gegen $g = 136^{\circ}1'$, von o gegen $P = 117^{\circ}24'$, von o gegen $n = 109^{\circ}13'$.

Theilbarkeit, undeutlich, parallel mit R . **Bruch**: unvollkommen muschlig. **Oberfläche**: $R - 1$ und R parallel ihren gemeinschaftlichen Durchschnittskanten gestreift. $R - \infty$ uneben, und im Allgemeinen gekrümmt, so daß die gegenüberstehenden Flächen oft gegen einander unter einem Winkel von 2° bis 3° geneigt sind. **Glanz**: glasartig. **Farbe**: weiß. **Strich**: weiß. **Spröde**. Härte $= 4,0$.

Hr. Heuland beobachtete den *Levyn* zuerst und vermuthete daß er ein neues Mineral sey. Dr. Brewster unterwarf ihn späterhin einer optischen Untersuchung und gab ihm den Namen *Levyne*, zu Ehren des Hrn. Levy, welcher zuerst dessen kryсталlographische Eigenschaften untersuchte.

Im Glasrohr giebt er eine beträchtliche Menge Wasser und wird unklar. Auf Kohle schwillt er ein wenig auf. Mit Phosphorsalz liefert er eine durchsichtige Kugel, welche ein Kiesel skelet enthält, und beim Erkalten undurchsichtig wird. Kommt zu *Dalshypen* auf den Faröern vor, mit hemiprismatischem Kuphonspath (Blätterzeolith, Wern.) in den Blasenräumen eines Mandelsteins.

XVIII. *Roselit* *). *Prismatisch* (Zwei und zwei-

*) Roselite. Levy. Ann. of Phil. Hft. XLVIII. p. 439. Edinb. Jour. of Science. Vol. II. p. 177. Hr. Levy legte diesem Minerale den Namen Roselit bei, zu Ehren des Hr. Dr. Gustav Rose hieselbst. (P.)

gliedrig. W.). $P = 114^{\circ} 24'$, $79^{\circ} 15'$, $140^{\circ} 40'$; $a : b : c = 1 : \sqrt{0,1909} : \sqrt{0,5761}$.

Einfache Gestalt. $P - \infty$ (P); $\frac{1}{2} \text{ } \overline{Pr}$ ($e \frac{1}{2}$) $= 45^{\circ} 0'$; $\overline{Pr}$ (a^1) $= 47^{\circ} 12'$; $\overline{Pr} + \infty$ (g). Alle diese Gestalten sind in der Combination Fig. 20 dargestellt. Neigung der Kante z gegen die Kante $z = 119^{\circ} 46'$.

Theilbarkeit: vollkommen parallel mit P . Oberfläche: $\overline{Pr}$ rauh, und in der Mitte ausgehöhlt. *Glanz:* glasartig. *Farbe:* tief rosenroth. *Strich:* weifs. Durchscheinend, Härte $= 5,0$.

Nach Hrn. Children enthält er Wasser, Kobaltoxyd, Kalk, Arseniksäure und Magnesia. Vor dem Löthrohr giebt er Wasser aus und wird schwarz. Theilt dem Borax und Phosphorsalz eine blaue Farbe mit, und ist völlig lösbar in Salzsäure. Kommt zu Schneeberg in Sachsen vor, aufgewachsen auf rhomboëdrischem Quarz und wurde früherhin als eine Varietät des prismatischen Kobaltglimmers (Rother Erdkobalt. Wern.) betrachtet, scheint aber vielmehr zur Ordnung der Haloide (Mohs) zu gehören.

XIX. *Somervillit* *). *Pyramidal* (Viergliedrig. W.) $P = 134^{\circ} 48'$, $65^{\circ} 50'$; $a = \sqrt{0,419}$.

Einfache Gestalt. $P - \infty$ (P); P (a); $P + \infty$ (d); $[P + \infty]$ (M); $(P + \infty)^3$ (e) $= 126^{\circ} 52' 12''$, $143^{\circ} 7' 48''$. Combination aller dieser Gestalten ist in Fig. 21 dargestellt.

Theilbarkeit: $P - \infty$ vollkommen, nicht wahrnehmbar parallel der Axe. Glanz mehr glasartig in dem Querbruch als beim pyramidalen Granat (Vesuvian). *Farbe:* blaßgelb. *Härte:* unter der des pyramidalen Granats.

*) Somervillite. Brooke. Brande's Quarterly Journ. Vol. XVI. p. 274.

Decreptirt vor dem Löthrohr, und schmilzt für sich zu einer grau gefärbten Kugel, mit Borax zu einer farblosen. Kommt am Vesuv vor, in Begleitung mit schwarzem Glimmer und anderen Mineralien.

XX. *Vauquelinit* *). *Hemiprismatisch* (Zwei und eingliedrig. VV.). Kleine Krystalle, denen in Fig. 22. ähnlich. Neigung von P gegen P' , am andern Individuum, nahe $= 134^{\circ} 30'$; von der Fläche g , gegen P , ungefähr 149° .

Bruch: uneben. *Oberfläche*, P glatt und eben, die übrigen Flächen ein wenig gekrümmt. *Glanz*: *Demantglanz*, oft schwach. *Farbe*: schwarzgrün, olivengrün. *Strich*: Zeisiggrün, oft ins Braune geneigt. Schwach durchscheinend, mit einer schön olivengrünen Farbe, undurchsichtig. Etwas spröde. Härte $= 2,5 \dots 3,0$. Spec. Gew. $= 5,5 \dots 5,78$. Leonhard.

Zusammengesetzte Varietäten: Traubenförmig, nierenförmig, derb, Zusammenfassung im Allgemeinen nicht wahrnehmbar, Oberfläche drusig und rauh, Bruch unvollkommen und flach muschlig. Schwacher Fettglanz.

Für sich schwillt er vor dem Löthrohr ein wenig auf, schäumt alsdann und schmilzt zu einer graulichen Kugel, wobei er zuweilen einige Kugeln von Blei giebt. In der Oxydationsflamme braust eine kleine Quantität mit Borax oder Phosphorsalz auf, theilt diesem eine grüne Farbe mit und bleibt beim Erkalten durchscheinend; aber in der Reductionsflamme wird er roth und durchscheinend, oder roth und undurchsichtig, oder endlich schwarz, je nach der Menge in welcher man dies Mineral zugesetzt hatte. Nach Berzelius besteht er aus:

*) *Vauquelinit*. Leonhard's Handbuch. S. 248. *Vauquelinite*. Chromate of Lead and Copper. Phillips. p. 350.

Bleioxyd = 60,87, Kupferoxyd = 10,80, Chromsäure = 28,33.

Kommt zu Betesof in Sibirien vor, zusammen mit hemiprismatischem und rhomboëdrischem Bleibaryt (Rothbleierz und Grünbleierz), und wird auch in Brasilien gefunden, wo er gleichfalls dem hemiprismatischen Bleibaryt begleitet.

XXI. *Zeagonit* *). *Pyramidal* (Viergliedrig. W.) $P = 122^{\circ} 54'$, $85^{\circ} 2'$. Brooke. Beobachtete Combination, P , $P + \infty$. Fig. 23.

Theilbarkeit: unvollkommen parallel mit $P + \infty$. *Oberfläche*, P häufig abgerundet, $P + \infty$ glatt und obgleich im Allgemeinen sehr klein, doch in sehr hohem Grade glänzend. *Bruch*: muschlig. *Glanz*: Diamantglanz. *Farbe*: blafs smalteblau, milchweifs, perlgrau und rosenroth. *Durchscheinend*, in kleinen Kry stallen fast durchsichtig. *Härte*: 7,0 . . 7,5.

Besteht nach Carpi aus:

Kieselerde	41,4	Magnesia	1,5
Kalk	48,6	Eisenoxyd	2,5
Alaunerde	2,5		

Phosphorescirt vor dem Löthrohr und wird bröckelig, ist aber unschmelzbar. Gelatinirt mit Säuren ohne Aufbrausen. Kommt zusammen mit weissen Oktaëdern von octaëdrischem Flußspathoid, (Flußspath) mit prismatischem Feldspath (Feldspath) und mit andern Species, in den Drusenräumen eines vulkanischen Gesteins am Capo di Bove bei Rom vor. In allen seinen Kennzeichen ist der Zeagonit am nächsten mit dem pyramidalen Zirkon (Hyazinth) verwandt, von dem er oft als Varietät betrachtet worden ist, da die Unterschiede mit den von Brooke gegebenen Winkeln nur $0^{\circ} 25'$ in den Endkanten, und $0^{\circ} 42'$ in den Seitenkanten an der Grundpyramide betragen. Auch ist die Strahlenbrechung sehr beträchtlich und kommt der derselben Species sehr nahe. Der pyramidale Zirkon wird daher ein interessanter Vergleichungspunkt mit dem Zea-

*) Abruzzite. Zeagonite. Gismondine. Phillips. p. 11. Gismondin. Leonh. p. 645.

ganit, bei künftigen Untersuchungen dieses Mineralen abgeben. Es ist klar, daß das Mineral, von welchem Hr. Phillips den Winkel an der Basis der vierseitigen Pyramide $= 96^{\circ} 30'$ angegeben hat, und von dem er sagt, daß es vom Fingernagel geritzt werde, ein anderes seyn muß, als das oben beschriebene Mineral, von dem Hr. Brooke die Winkel bestimmt hat. Der Name *Abrazite* ist zuweilen auf ein Mineral angewandt worden, welches eine Varietät des paratomen Kuphonspaths (*Harmotom*) zu seyn scheint.

Unter den in der englischen Uebersetzung hinzugefügten Zeichnungen von einzelnen Kry stallvarietäten sind die folgenden besonders merkwürdig:

XXII. *Prismatischer Habronem Malachit*. Fig. 24. So wie bei der folgenden Species, ist auch hier nur die Figur neu, da sich die Beschreibung und die kry stallographische Bezeichnung derselben bereits im deutschen Originale finden. Die Kry stalle, auf welche sich diese beziehen, werden in der Werner'schen Sammlung in Freiberg aufbewahrt. Auch Levy, Phillips und Brooke haben den hemiprismatischen Charakter der Kry stalle der Species erkannt. Letzterer giebt die Neigung von f gegen f , welche nach Mohs $= 38^{\circ} 56'$ annäherungsweise beträgt, zu $37^{\circ} 30'$ an, aber auch nur von Messungen an unvollkommenen Kry stallen. Bekanntlich besteht diese Species, deren Fundort Rheinbreitbach ist, aus wasserhaltigem, phosphorsaurem Kupferoxyd.

XXIII. *Pyramidaler Kuphon-Spath* (*Ichthyophthalm*) (Fig. 25), von Utön; aus der Werner'schen Sammlung. Die Axen der Pyramiden d , e und P ($\frac{4}{3}P - 4$, $\frac{2\sqrt{2}}{3}P - 3$, und P) verhalten sich wie $\frac{1}{3} : \frac{1}{3} : 1$, genau wie das, wenn auch in einem andern

Systeme, beobachtete Verhältnisse zwischen den drei bekannten Pyramiden des Schwefels.

XXIV. *Rhomboödrischer Quarz* (Fig. 26). Ein Quarzkry stall von besonderer Schönheit, von Chamouni, in der Sammlung des Hrn. Allan zu Edinburg. Die Verhältnisse der Axen der gleichschenkligen sechsseitigen Pyramiden P, b, m, a sind $= 1 : \frac{5}{3} : 3 : 4$; die Ableitungs-Exponenten der ungleichschenkligen sechsseitigen Pyramiden o, x, y, n und v sind $= \frac{5}{3}, \frac{7}{3}, 3, \frac{4}{3}$, und 5; der von d in $\frac{1}{2}$. Hiedurch wird die Neigung von:

$$o \text{ gegen } r = 154^{\circ} 55'$$

$$x \text{ — } r = 161^{\circ} 31'$$

$$y \text{ — } r = 165^{\circ} 25\frac{1}{2}'$$

$$a \text{ gegen } r = 167^{\circ} 59\frac{1}{2}'$$

$$v \text{ — } r = 171^{\circ} 8'$$

$$d \text{ — } d = 137^{\circ} 53' 48''$$

Der Seitenkantenwinkel ist:

$$\text{von } P = 103^{\circ} 35'$$

$$\text{• } b = 129^{\circ} 26'$$

$$\text{von } m = 150^{\circ} 36'$$

$$\text{• } a = 157^{\circ} 44'$$

Den angegebenen Winkeln liegen die genauen Messungen von Kupffer zum Grunde, vermöge welcher die Axe des Rhomboëders R sich zur Seite seiner horizontalen Projection verhält $= \sqrt{10,894} : 1$.

Die Symmetrie der Flächen ist hier sehr merkwürdig, da die mit s bezeichneten, gehörig vergrößert, eine dreiseitige Pyramide geben, deren Flächen nicht parallel sind. Etwas Aehnliches ist schon im Originale abgebildet und, was die Flächen der ungleichschenkligen sechsseitigen Pyramide betrifft, auch vom Hrn. Prof. Weiss beschrieben worden. Die an der rechten Seite von s liegende Pyramide o ist von allen den an der linken liegenden verschieden; sie ist in mehreren Sammlungen, unter andern in der Kö-

niglichen zu Berlin, beobachtet worden, aber hier zum ersten Male nach ihren Winkeln angegeben. Das Verhältniß derselben ist wie das der von Haüy beschriebenen Pyramide *u* am *Apatit*.

XXV. Fig. 27 zeigt einen einfachen Kry stall vom *Kupferkies*, Fig. 28 eine regelmäfsige Zusammen setzung von sechs Individuen desselben. Es ist die Neigung:

von <i>d</i> gegen <i>d</i> über <i>a</i> = 141° 35'	von <i>g</i> geg. <i>g</i> an d. Basis = 66° 36'
- <i>e</i> - <i>c</i> - <i>a</i> = 130° 10'	- <i>b</i> - <i>b</i> - - - = 89° 91'
- <i>P'</i> - <i>P'</i> - <i>a</i> = 71° 20'	- <i>h</i> - <i>h</i> - - - = 111° 50'
- <i>f</i> - <i>f</i> - <i>e</i> = 155° 35'	- <i>c</i> - <i>c</i> - - - = 126° 11'

Die Verhältnisse der Axen von *d*, *e* und *P* sind $= \frac{1}{4} : \frac{1}{2} : 1$; die von *g*, *b*, *h* und *c* $= \frac{2}{3} : 1 : \frac{1}{2} : 2$. Der Kry stall befindet sich in der Sammlung des Hrn. Allan.

III.

Nachricht über den Fundort des Akmit's;

vom

Bergkandidaten Hrn. N. B. MÖLLER
aus *Porsgrund* in Norwegen *).

Der *Akmit* ist vom Bergmeister Ström beschrieben in den Vetensk. Acad. Handling. år 1825, und die

*) In den: *Magazin for Naturvidenskaberne* habe ich dem Akmit beschrieben und zwar mehrere Kry stalle davon, jedoch nur nach Werner's Methode, also nicht streng in mathemati-

Winkel sind vom Hrn. Prof. Mitscherlich gemessen; sein wahrer Fundort aber, so wie seine Geschichte, ist noch nicht allgemein bekannt, und ich glaube daher, es wird nicht unpassend seyn, eine kurze Nachricht darüber zu geben.

Schon vor mehreren Jahren hat der Steiger Brataas, in dem Grubendistrikt am Kongsberg, dieses Mineral zu Eger entdeckt und es dem Professor Ström gezeigt, welcher damals Geistlicher des Ortes war. In seiner Beschreibung des Kirchspiels Eger erwähnt er es unter dem Namen: *KrySTALLisirter Hornstein* oder *Schörl* *).

Einige Jahre nachher brachte ein Bauer einige Krystalle; aber da er sie nur lose gefunden hatte, so konnte er keine Aufklärung über ihre wahre Lagerstätte geben. Prof. Esmark hielt diese Krystalle für *Staurclith*, ein Mineral, mit welchem sie ohne genaue Untersuchung einige Aehnlichkeit haben, wenn sie ohne Endflächen gefunden werden, wie es der Fall war bei denen, die Prof. Esmark besaß.

Nach den vom Steiger Brataas gegebenen Unterweisungen fand Bergmeister Ström von Kongsberg das Mineral in seiner Lagerstätte und nahm mehrere

scher Rücksicht. *M.* (Hr. Müller, der gegenwärtig in Berlin anwesend ist, hat die Güte gehabt, hier noch Einiges über das Verhalten des Akmits vor dem Löthrohr u. s. w. hinzuzufügen. *P.*)

*) Ström. Egers Beskrivelse p. 50. Die vom Prof. Ström beschriebenen Krystalle sind gegenwärtig in der Sammlung des Hrn. Tank zu Frederikshold; die Identität dieser mit dem Akmit ist durch Vergleichung ausser allen Zweifel gesetzt worden. *M.*

Stücke davon mit sich nach Stockholm, wo es sogleich als neu erkannt wurde. Diefes wurde vollkommen durch die nachherigen Analysen von Hrn. Ström selbst und vom Hrn. Professor Berzelius bestätigt, als man die Natur und Verhältnisse der Bestandtheile ausmittelte.

Seitdem hielt Hr. Ström den Fundort immer sehr geheim, und es ist wahrscheinlich, daß die Mineralogen noch lange über diesen in Ungewißheit geblieben wären, wenn ich nicht bei meinen Nachforschungen darnach den Steiger Brataas getroffen hätte, der mich zu der wahren Lagerstätte führte. Diese liegt ungefähr eine halbe Meile entfernt von *Besseberg* Eisengrube, im Kirchspiel *Eger* nahe am *Kongsberg*. Der Akmit kommt hier in beträchtlicher Menge vor und nur im krySTALLisirten Zustande, eingewachsen in Quarz und Feldspath; viele KrySTALLE haben eine Länge von mehr als einem Fuß. Sie sind jedoch, wegen ihrer Zerbrechlichkeit, nicht leicht aus dem Muttergestein herauszubringen. Nicht alle von ihnen besitzen die dunkel schwarzbraune Farbe, welche gewöhnlich in den Beschreibungen des Akmits erwähnt wird, sondern sie sind zuweilen von einem grünlichen Grau und von allen zwischen diesem und dem bräunlichen Schwarz inmitten liegenden Farben. In diesem Falle ist auch ihr Glanz nicht so lebhaft und sie nähern sich im Ansehen dem Mussit, einer Varietät des Augits, mit welcher Species ihre KrySTALLform gleichfalls sehr nahe übereinstimmt. Im Allgemeinen sind die KrySTALLE gestreift und sehr oft gebogen. Eine zwillingsartige Zusammensetzung ist auch sehr häufig bei ihnen.

Nachher habe ich ein Mineral in Norwegen gefunden, das ich an der KrySTALLISATION sogleich als Akmit erkannte. Diefes ist auch außer Zweifel gesetzt, durch mehrere Versuche, die ich sowohl mit diesem, als dem Akmit von Eger vor dem LÖTHROHRE angestellt habe. Schwere, Härte, Bruch und die übrigen äußern Kennzeichen stimmen ebenfalls bei beiden völlig überein.

Diesen letztern Akmit fand ich bei *Klefs* in der Nähe von *Porsgrund* an einem sehr interessanten Orte, wo sich Zirkonsyenit im Contacte mit Trachitmandelstein befindet. Der Akmit kommt mit vielen Zirkonen im Zirkonsyenit vor und ist ein vorwaltender Bestandtheil desselben, indem er die Stelle der Hornblende vertritt. Diefes ist auch zum Theil der Fall mit dem Akmit von Eger, nicht aber so deutlich und schön, wie bei dem um *Porsgrund*.

IV.

*Ueber zwei neu bestimmte Species aus dem Geschlechte
der Gyps-Haloide, des Systemes von Mohs;*

VON WILHELM HAIDINGER.

(Hiezu die Kupfertafel No. 8.)

I. Hemiprismatisches Gypshaloid.

Gestalt: hemiprismatisch. Grundform: eine ungleichschenklige, vierseitige Pyramide. $P = \begin{Bmatrix} 139^{\circ} 17' \\ 119^{\circ} 39' \end{Bmatrix}$, $129^{\circ} 21'$, $97^{\circ} 8'$. Abweichung der Axe $= 24^{\circ} 56'$ in der Ebene der kurzen Diagonale. Fig. 1. $a : b : c : d = 2,15 : 2,24 : 1,49 : 1$. **Einfache Gestalten:** $\frac{P}{2} (b) = 139^{\circ} 17'$; $P + \infty (f) = 117^{\circ} 24'$; $-\frac{P-1}{2} (n) = 141^{\circ} 8'$; $(\bar{P} + \infty)^3 (g) = 157^{\circ} 5'$; $-\frac{\bar{P}_r - 1}{2} (o) = 83^{\circ} 14'$; $\check{P}_r + \infty (P)$. **Combinationen:** 1) $\frac{\bar{P}_r - 1}{2}$, $-\frac{P-1}{2}$, $P + \infty$, $\check{P}_r + \infty$. Fig. 2. 2) $\frac{P}{2}$, $-\frac{\bar{P}_r - 1}{2}$, $\frac{P-1}{2}$, $P + \infty$, $(\bar{P} + \infty)^3$, $\check{P}_r + \infty$. Fig. 3.

Die Krystalle sind in der Richtung der Combinationen kanten zwischen o , n und P verlängert, und mit einem ihrer Enden aufgewachsen; in den meisten Fällen mehrere mit einander zusammen, so daß sie sternförmige oder divergirende Gruppen bilden. An dem frei stehenden Ende der Krystalle ist eine der Flächen von f vorherrschend, so daß gemeiniglich die andre verschwindet. Die Krystalle erhalten dadurch das Ansehen der Fig. 4.

Theilbarkeit: parallel mit $\check{P}_r + \infty$ sehr vollkommen und leicht zu erhalten; Spuren in der Richtung von $-\frac{\bar{P}_r}{2} = 54^{\circ} 55'$ und $\bar{P}_r + \infty$, sehr schwach. **Bruch:** uneben. **Oberfläche,** der mit der Axe parallelen Prismen, in der Richtung dieser Linie gestreift; $\check{P}_r$ paral-

lel ihren Durchschnitten mit $-\frac{\bar{P}_r}{2}$. Die Flächen
 von $-\frac{\bar{P}_r-1}{2}$ und $-\frac{P-1}{2}$ sind parallel ihren gemein-
 schaftlichen Combinationskanten stark gestreift. *Glas-*
glanz: $\bar{P}_r + \infty$ schwach zum Perlenmutterglanz ge-
 neigt, sowohl auf den Theilungsflächen, als auf den
 Kry stallflächen. *Farbe*: weiß, ins Gelbliche ge-
 neigt. *Strich*: weiß. Durchsichtig oder durchschei-
 nend. Refraktionsindex *) nahe 1,6 durch f und P
 gemessen; keine Trennung der Bilder. Milde. Dünne
 Blättchen sind biegsam in einer Richtung, welche auf
 den Kanten zwischen o, n und P ziemlich senkrecht steht.
Härte = 2,0 . . 2,5, näher dem Letzteren. Die Flä-
 chen der vollkommenen Theilbarkeit sind selbst unter
 2,0, weil sie von Steinsalz geritzt werden, besonders
 in der Längen - Richtung der Kry stalle. Spec. Gew.
 = 2,730 mehreren losen Kry stallen.

2. Diatomes Gypshaloid.

Form: prismatisch. Grundform: eine ungleich-
 schenklige vierseitige Pyramide. $P = 135^\circ 35'$, $123^\circ 59'$,
 $75^\circ 35'$. Fig. 5. $a : b : c = 1 : \sqrt{4,02} : \sqrt{2,83}$.

Einfache Gestalten: $(\bar{P}_r + 1)^3 (m) = 137^\circ 41'$,
 $61^\circ 27'$, $157^\circ 35'$; $(\bar{P} + 1)^3 (n) = 126^\circ 46'$, $59^\circ 32'$,
 $121^\circ 37'$. $P + \infty (e) = 100^\circ 0'$; $\bar{P}_r (a) = 126^\circ 58'$;
 $\bar{P}_r + \infty (d)$; $\bar{P}_r - 1 (g) = 146^\circ 53'$; $\bar{P}_r + 1 (h) = 80^\circ 8'$;
 $\bar{P}_r + 2 (i) = 45^\circ 36'$; $\bar{P}_r + \infty (f)$

*) Das Verhältniß des Sinus des Einfallswinkels, zu dem Sinus
 des gebrochenen Winkels.

Combinationen: 1) $\bar{Pr} + 1 . \check{Pr} . \bar{Pr} + 1 . P + \infty ,$
 $\check{Pr} + \infty . \bar{Pr} + \infty .$ Fig. 6.

2) $\bar{Pr} - 1 . \check{Pr} . \bar{Pr} + 1 . (\bar{Pr} + 1)^{\frac{1}{2}} . \bar{Pr} + 2 . (\bar{Pr} + 1)^{\frac{1}{2}} .$
 $P + \infty . \check{Pr} + \infty . \bar{Pr} + \infty .$ Fig. 7.

Theilbarkeit: höchst vollkommen, und leicht zu erhalten in der Richtung von $\check{Pr} + \infty$. *Oberfläche:* $\check{Pr}$, glatt, $\check{Pr} + \infty$ glatt oder parallel der Axe schwach gestreift. Die Endkante von $\check{Pr}$ ist daher viel genauer zu messen als die Kante von $P + \infty$, deren Flächen besonders unregelmäßig parallel mit der Axe der Krystalle gestreift sind. Die horizontalen zur kurzen Diagonale gehörenden Prismen sind meist sämmtlich rauh, besonders $\bar{Pr} - 1$, welche zugleich etwas abgerundet ist. Die Pyramiden sind abgerundet, obgleich schwach. *Glanz:* glasartig. *Farbe:* weiß. *Strich:* weiß. Durchsichtig in kleinen Krystallen, durchscheinend. Doppelte Strahlenbrechung beobachtet durch e und die gegenüberstehende Fläche von f , welche mit e einen Winkel von 40° macht. Die beiden Indices der Refraction sind ungefähr 1,62 und 1,67. Das weniger gebrochene Bild verschwindet, wenn die Axe des Turmalins senkrecht auf der Kante des brechenden Prismas steht. Milde. Dünne Blättchen etwas biegsam. *Härte* = 2,0 . . 2,5 genau die nämliche, wie bei dem hemiprismatischen; auch hier wird die Fläche der vollkommenen Theilbarkeit vom Steinsalz geritzt. Die beiden Species ritzen sich gegenseitig. Spec. Gew. = 2,848, von mehreren Fragmenten von krySTALLINISCHEN Häutchen.

B e m e r k u n g e n.

Das Stück, welches beide so eben beschriebene Species enthielt, ist eine der vielen interessanten Gegenstände, welche die Mineralogen in dem Cabinet des Hrn. Ferguson zu *Raith* bewundern. Es lag dort beim Gypse gestellt, mit welchem es in der That in Rücksicht auf Form und Ansehen im Allgemeinen nahe verwandt ist, und war auf einem beiliegenden Zettel folgendermaßen beschrieben: — „Selenite X en prismes tetraedres tronqués en biseau, et en hexaedres, dont ni les faces ni les troncatures son prononcées distinctement (quelques uns des XX son deja décomposés et changés en platre) sur du quartz X, qui pose sur une croute tres mince ondulée brune de calcédoinne, celle-ci sur une autre d'argil verte, celle-ci sur une autre de baryte rouge, dans le centre de la quelle se trouve un fragment de petrosilex gris, de —“. Da hier der Fundort nicht angegeben ist, so habe ich die Orthographie des Zettels genau angeführt, da sie vielleicht die Mineralogen, welche mit dieser Art von Beschreibungen bekannt sind, in Stand den setzen kann, die Mineralstufe bis zu ihrem Ursprunge zu verfolgen. Die Beschreibung selbst erfordert indess einige weitere Erläuterungen.

Die „Selenite“ Krystalle sind diejenigen des hemiprismatischen Gypshaloids, der ersten der beiden vorhin beschriebenen Species, von welchen einige fast einen halben Zoll lang und eine Linie dick sind. Es ist wahrscheinlich keine ganz neue Species, sondern eine Varietät vom Pharmacolith; die erste, welche

in Kry stallen von hinreichender Grö ße beobachtet wurde, daß sie sowohl eine genaue Messung, als auch mit ziemlicher Genauigkeit eine Bestimmung der Härte und des specifischen Gewichtes erlaubte. Der Pharmacolith selbst kann nicht eine bekannte Species genannt werden, indem unsere ganze Kenntniß von seinen naturhistorischen Eigenschaften darauf beschränkt ist, daß er in zarten weissen haarförmigen Kry stallen vorkommt, die zu Kugeln vereinigt sind und ein specifisches Gewicht $= 2,64$ besitzen *). Das geringere specifische Gewicht kann vielleicht durch die Zartheit der angewandten kry stallinischen Gruppen erklärt werden. Uebrigens ist die Meinung, daß die vorhin beschriebene Varietät und die nadelartigen Kugeln des Pharmacoliths zu einer und derselben Species gehören, bloß auf die Aehnlichkeit gegründet, welche zwischen den ersteren Kry stallen und denen des Gypses, so wie zwischen den letzteren und den strahligen Gruppen derselben Species beobachtet sind. Daß sie beide Arsenik säure enthalten, darf ganz und gar nicht in die Vergleichung eingehen, so lange die Species noch nicht völlig bestimmt sind; jedoch war es ein Versuch zur Prüfung, ob diese Substanz einen Bestandtheil des hemiprismatischen Kry stalle ausmache, welcher mich veran-

*) Klaproth's Beiträge (Bd. 3. S. 278). Klaproth sagt „Sein eigenthümliches Gewicht, habe ich, in den traubig zusammengehäuften Stücken $= 2,640$ gefunden. Hr. Selb, welcher zur Wägung wahrscheinlich der einzeln gewachsenen Kry stallen sich bedient hat, bestimmt jenes nur zu $= 2,536$. Hieraus können wir schliessen, daß der Pharmacolith von Wittichen, die von Klaproth analysirte Art, zuweilen in Kry stallen vorkommt,

laßte, die Eigenschaften desselben mit denen des Pharmacolithes zu vergleichen. Wie schwach auch an und für sich die Gründe zur Vereinigung der beiden Substanzen seyn mögen, so sind sie doch stark genug uns abzuhalten, sie beide als verschiedene Species aufzustellen, so lange uns über eine der Varietäten eine genaue Kenntniß fehlt.

Die verwitterten Krystalle, welche „*schon in Gyps verwandelter Selenit*“ seyn sollen, gehören in der That nicht zu den vorhergehenden Species, noch sind sie von diesen abzuleiten. Sie sind weiß, undurchsichtig, und matt, und können nicht die leiseste Berührung ertragen, ohne gleich dem Lammont zu zerbröckeln. Nach dem, was ich an mehreren meist halbzerbrochenen Krystallen beobachten konnte, sind ihre Formen prismatisch fast wie Fig. 8. Sie geben auch ein Sublimat von Arsenik, wenn sie mit Kohle gemischt, in einem Glasrohr der Flamme einer Weingeistlampe ausgesetzt werden. Es ist wahrscheinlich, daß sie, ehe sie durch Verlust ihres Wassers verwittert waren, einer besonderen Species angehörten, welche, in ihrem ursprünglichen Zustande zu entdecken, sehr interessant seyn würde.

Der „*Quarz*“ ist nichts anderes als die zweite, von den zu Anfange dieses Aufsatzes beschriebenen Species, nämlich paratomes Gypshaloid. Es bildet krySTALLINISCHE traubige Häutchen, und seine Krystalle sind sehr klein, besitzen aber einen höheren Grad von Glanz, als die größeren der hemiprismatischen Species. Die Schicht unmittelbar unter ihm (als Chalcedon aufgeführt) ist eine Art von Werner's Eisenstein; sie ist sehr dünn, und bedeckt eine rosenrothe Varietät des ma-

krotypen Kalkhaloids von Mohs (Braunspath), welche sehr dem rothen Mangan aus der Grube *Krieg und Frieden* bei Freiberg ähnlich ist. Sie ist in der Nähe des Eisensinters voll von Rissen, die mit einer grünlichen Substanz bekleidet sind. Ein kleines Fragment des Gebirgsgesteines, eines dichten quarzigen Thonschiefers, im Zettel „petrosilex“ genannt, sitzt an dem Braunspath.

Wenn wir den hohen Grad von Aehnlichkeit erwägen, welcher zwischen diesen beiden Species und denen in dem Geschlechte der Gypshaloide des Mohs'schen Systems obwaltet, so können wir keinen Augenblick anstehen, sie gleichfalls zu diesem Geschlechte zu rechnen, wie auch immer die Natur und Verbindungsart ihrer Bestandtheile beschaffen seyn mag. Die naturhistorischen Bestimmungen erscheinen sogar unabhängiger und einer größern Aufmerksamkeit würdig, wenn es das Ansehen hat, als stimmten sie mit den Resultaten anderer Wissenschaften nicht überein; obwohl wir immer mit völliger Sicherheit voraussetzen können, daß man zuletzt Gesetze entdecken werde, vermöge welcher jeder scheinbare Widerspruch erklärt wird.

V.

Ueber die chemische Zusammensetzung der in dem vorhergehenden Aufsatze beschriebenen Mineralien;

von

EDWARD TURNER, M. D. Mitgl. d. K. Ges. zu Edinburgh.

Da ich genöthigt war, bei der folgenden Analyse mit sehr kleinen Quantitäten der beschriebenen Substanzen zu arbeiten, und in solchen Fällen ein geringer Fehler einen bedeutenden Einfluss auf das Resultat hat, so kann ich sie nicht für völlig genau ausgeben. Sie sind indess als eine gute Approximation zu betrachten, und werden, wenn ich nicht irre, eine genügende Einsicht in die Zusammensetzung der beiden im vorhergehenden Aufsatz von Hrn. Haidinger beschriebenen Mineralien geben.

Beide sind arseniksaurer Kalk und enthalten Kry stallwasser. Das Wasser kommt schnell zum Vorschein, wenn sie in einem reinen Glasrohr der Flamme einer Weingeistlampe ausgesetzt werden; aber es ist Rothglühhitze erforderlich, um die letzten Antheile desselben auszutreiben. Das Wasser, nachdem es sich in dem kälteren Theile des Rohres verdichtet hatte, wurde sorgfältig geprüft, wirkte aber nicht im Geringsten auf das empfindlichste Lackmuspapier. Die arseniksauren Verbindungen werden bei Verlust ihres Kry stallisationswassers undurchsichtig und weiß; können aber hernach eine starke Hitze ohne weitere Ver-

Anderung ertragen und verlangen zu ihrer Schmelzung die höchste Temperatur, welche mit dem gewöhnlichen Löthrohr gegeben werden kann. Dieser Ursache wegen ist es schwer, sie auf Kohle zu zersetzen; wenn sie aber unmittelbar mit gepulverter Kohle gemischt und in einer Glasröhre erhitzt werden, erhält man leicht eine deutliche Schicht von metallischem Arsenik.

In Pulverform mit Wasser eine oder zwei Stunden lang gekocht, wird von diesem eine geringe Menge aufgenommen, jedoch der größte Theil bleibt ungelöst. Die Lösung giebt einen ziegelrothen Niederschlag mit salpetersaurem Silber und einen weissen mit salpetersaurem Blei und oxalsaurem Ammoniak. Salpetersäure, sowohl concentrirte als verdünnte, löst sie leicht ohne Aufbrausen, und die Blei- und Silber- salze, so wie die Kleefäure, verursachen die nämlichen schon erwähnten Niederschläge, sobald der Ueberschuss der Säure hinreichend gesättigt ist. Sie enthalten nichts als Wasser, Kalk und Arseniksäure; die Abwesenheit von Talkerde und Phosphorsäure, besonders, ist durch sorgfältige Untersuchung bewiesen worden.

Zerlegung der ersten Species.

In einem Glasrohr, wurden 3,445 Gran erhitzt und verloren 0,72 Gr. oder 20,839 p. C. an Wasser. 2,175 Gr. auf dieselbe Art behandelt, verloren 0,46 Gr. oder 21,149 p. C. an Wasser. Das Mittel ist, 20,994.

6,18 Gr. des wasserfreien Minerals wurden mittelst einer geringst möglichen Quantität von Salpeter-

säure in Wasser gelöst, salpetersaures Blei im geringen Ueberschuß hinzugesetzt und das Ganze bei gelinder Hitze zur völligen Trockne verdampft. Die löslichen Theile wurden mit Wasser weggenommen und der Niederschlag auf dem Filtrum gesammelt. Das arseniksaure Blei wog, nachdem es geglüht worden, 11,32 Gran, entsprechend 4,033 Gran oder 65,259 pr. C. an Arseniksäure.

Nach Absonderung des arseniksauren Bleies wurde der Ueberschuß an Blei durch Schwefelwasserstoff entfernt und der Kalk, nach genauer Sättigung, durch oxalsaures Ammoniak abgeschieden. Der oxalsaure Kalk ward einer Weisßglühhitze ausgesetzt, und dadurch 1,885 Gr. oder 29,466 p. C. an reinem Kalk erhalten.

Das krytallisirte Mineral ist folglich zusammengesetzt aus:

Arseniksaurem Kalk	79,01
Wasser	20,99

Und das wasserfreie aus:

Arseniksäure	4,033	65,259
Kalk	1,885	29,466
	<u>5,928</u>	<u>94,725</u>

Es ist in dieser Analyse ein beträchtlicher Verlust gewesen und deshalb kann sie nicht die wirkliche Zusammensetzung des Mineralen selbst anzeigen. Bei Vergleichung dieses Resultates mit dem der nächst folgenden Analyse, ist es jedoch klar, daß Arseniksäure und Kalk in beiden Mineralien in denselben Verhältnissen verbunden sind.

Zerlegung der zweiten Species.

Die Analyse ward wie die vorhergehende geführt. In einem Versuche verloren 2,495 Gran durchs Glühen 0,405 Gr. oder 13,965 pr. C. an Wasser. In einem anderen verloren 0,995 Gr. an Wasser 0,145 Gr. oder 14,673 p. C., das Mittel ist 14,319. Von 3,29 Gr. des wasserfreien Minerals erhielt ich 6,26 Gr. an geglühtem, arseniksaurem Blei = 2,23 Gr. oder 67,781 pr. C. Arseniksäure. Der Kalk wog 1,09 Gran, was 34,543 pr. C. ausmacht. Es besteht also das krySTALLisirte Mineral aus :

Arseniksaurem Kalk	85,681
Wasser	<u>14,319</u>
	100,000

das wasserfreie aus :

Arseniksäure	2,23	67,78
Kalk	<u>1,09</u>	<u>33,13</u>
	3,32	100,91

Die Data zu den Berechnungen sind die vom Dr. Thomson. Arseniksaures Blei ist zusammengesetzt angenommen aus: 112 Bleioxyd und 62 Arseniksäure und arseniksaurer Kalk aus 28 Kalk und 62 Säure.

Wenn wir es wegen der geringen in Arbeit gehalten Mengen nicht so ganz strenge nehmen, so können wir den Schluß machen, daß jeder der zerlegten Körper aus denselben Stoffen zusammengesetzt ist und zwar in Bezug auf Säure und Kalk nach denselben Verhältnissen. Setzen wir voraus, daß das Arseniat welches die Grundlage beider Mineralien ausmacht, einen Atom von jedem Bestandtheil enthält, so wird es zusammen gesetzt seyn aus

Arseniksäure	62	68,89
Kalk	28	31,11

Betrachten wir Hrn. Haidinger's zweite Species, das diatome Gypshaloid, als bestehend aus zwei Atomen Wasser, mit einem Atom von arseniksaurem Kalk, und das hemiprismatische Gypshaloid aus drei Atomen Wasser und einem Atome des Salzes, so werden sie zusammengesetzt seyn:

Das diatome aus:			das hemiprismatische aus:		
arsenikf. Kalk	90	83,34	90	76,92	
Wasser	18	16,66	27	23,08	

Es ist wahrscheinlich, daß Klaproth's Pharmacolith von Wittichen, so wie der von Andreasberg von John analysirte, identisch ist in Zusammensetzung mit dem hemiprismatischen Gypshaloid von Hrn. Haidinger. Die Analysen gaben

	Klaproth	John
Arseniksaure	50,54	45,68
Kalk	25,00	27,28
Wasser	24,46	23,86
	<u>100,00</u>	<u>96,82</u>

Hr. Haidinger hat durch mineralogische Betrachtungen gezeigt, daß die mit den beiden vorhergehenden Mineralien auf derselben Handstufe gefundenen verwitterte Substanz nicht aus der Zersetzung einer von diesen entstanden sey. Die Wahrheit dieser Beobachtung wird durch die Analyse bestätigt. Der erste Punkt, worin sie sich unterscheidet, ist: daß sie selbst im verwitterten Zustande beträchtlich mehr Wasser enthält als jede der beiden Species. Denn in einem Versuche verloren 1,445 Gran von demselben durch Glühen 0,43 Gr. oder 29,065 pr. C. Wasser; und in einem zweiten verloren 1,60 Gr. von diesem 0,545 Gr. oder 34,062 p. C. Wasser. Ueberdies ist ihre chemi-

sehr Zusammensetzung verschieden, denn sie ist ein Arseniat von Kalk und Talkerde. Ich besaß zu wenig davon, um die Verhältnisse von Kalk und Magnesia zu meiner eigenen Befriedigung zu bestimmen, aber die Arseniksäure beläuft sich auf 74,43 pr. Ct. in dem wasserfreien Minerale. Durch den Magnesiagehalt ist diese Substanz dem vom Prof. Stromeyer untersuchten Picropharmacolith von Riegelsdorf in Hessen analog; doch weicht sie sichtlich von diesem ab, erstlich dadurch, daß sie keinen Kobalt enthält und zweitens durch das Verhältniß ihrer Bestandtheile.

VI.

Beschreibung des Edingtonits, einer neuen Mineralspecies;

von Wilhelm Haidinger;

nebst Analyse desselben von Dr. Edward Turner.

Form: *Pyramidal*. Grundform: eine gleichschenkelige vierseitige Pyramide von $121^{\circ}40'$ und $87^{\circ}19' = P$. (Tafel . . Fig. 9.) $\alpha = \sqrt{0,905}$.

Einfache Gestalten: $P - 2 (n) = 144^{\circ}38'$; $P (P)$; $P + \infty (m)$.

Charakter der Combinationen: hemipyramidal, mit geneigten Flächen. $\frac{P-2}{2} = 129^{\circ}8', 35^{\circ}22'$.

Fig. 10. $\frac{P}{2} = 92^{\circ}41', 58^{\circ}20'$. Fig. 11. Beobachtete Combinationen ähnlich der Figur 12, welche aus allen

vorhergehenden einfachen Gestalten besteht, und ähnlich der Fig. 13, welche überdiess die abwechselnden Flächen einer sehr flachen vierseitigen Pyramide P, P enthält, die keine Messung erlauben.

Theilbarkeit: ziemlich deutlich parallel den Flächen des rechtwinklig vierseitigen Prismas m . In anderen Richtungen klein und unvollkommen muschliger oder unebener Bruch. *Oberfläche* von $\frac{P}{2}$ und $P + \infty$ gemeiniglich glänzend, die übrigen Flächen gekrümmt und ohne Glanz. *Glanz*: glasartig. *Farbe*: granlichweiß. Halbdurchsichtig, gewöhnlich nur durchscheinend. *Strich*: weiß. *Spröde*. *Härte* = 4,0 . . 4,5 näher dem Letzteren. *Spec. Gew.* = 2,710, von mehreren Kry stallen, die zusammen 245 Milligramm wogen.

B e m e r k u n g e n .

1. Unter einer grossen Zahl von interessanten Mineralien aus der Nachbarschaft von Glasgow und Dumbarton, die sich im Besitz des Hrn. Edington zu Glasgow befinden, und welche zu sehen ich kürzlich das Vergnügen hatte, beobachtete ich einige in den Drusen des *Thomsonits* aufgewachsene Kry stallen, von welchen ich zuerst glaubte, daß sie zu jener Species gehören würden. Ich fand aber bald, daß ihre Flächen nicht den Flächen entsprachen, welche in den Beschreibungen von Hrn. Brooke^{*)} und Phillips^{**)} erwähnt sind. Hr. Edington hatte die Güte, mir das einzige

^{*)} Ann. of Phil. Vol. XVI. p. 193.

^{**)} Mineralogy. p. 39.

Stück anzuvertrauen, was sich von dieser Substanz er in seiner Sammlung auffand und auf welches sich die vorhergehende Beschreibung bezieht. Ihm zu Ehren wird hier der Name *Edingtonit* zur Bezeichnung dieser Species vorgeschlagen.

2. Die regelmäßige Gestalt dieses Minerals, selbst wenn wir das Interesse unberücksichtigt lassen, was mit jedem neuen Gegenstande verknüpft ist, verdient in hohem Grade Beachtung, weil sie unter den natürlichen Kry stallen von hemipyramidaler Gestalt mit geneigten Flächen nun das zweite Beispiel bildet; das erste Beispiel dieser Art, was beobachtet wurde, ist der pyramidale Kupferkies. Hemipyramidale Gestalten sind im Allgemeinen sehr selten. Der pyramidale Scheelbaryt von Mohs (wolframsaurer Kalk) ist das einzige wohl erwiesene Beispiel von solchen mit parallelen Flächen. Vielleicht gehört der pyramidale Feldspath auch zu dieser Klasse. Es giebt eine Varietät von diesem von Pargas in Finnland, die Hr. Nordenskiöld besitzt, welche die in Fig. 14 dargestellte Form hat und nur mit einem Ende freisteht *). Diese Art der Anordnung der Flächen ist jedoch durchaus von der am Edingtonit verschieden, auch weicht jene Varietät gleichfalls von diesem in den Winkeln ab, obgleich das spec. Gew. beider Substanzen und ihre Theilbarkeit nahe übereinstimmen.

3. Der Edingtonit kommt in Kry stallen vor, von welchen die größten ungefähr 2 Linien im Durchmesser

*) Mohs Grundriß der Mineralog. engl. Uebersetz. Vol. II. p. 261.

haben, aufgewachsen auf krySTALLisirten Thomsonit von den Kilpatrick Hügeln bei Glasgow. Er ist von Kalkspath und einer besonderen Varietät von Har-
motom (dem paratomen Kuphonspath von Mohs), in
ZwillingskrySTALLen von der Gestalt Fig. 15. begleitet.
An diesen sind die Flächen der vierseitigen Pyramiden,
welche bei den meisten übrigen KrySTALLen sichtbar
sind, gänzlich verschwunden, und die einspringenden
Winkel an dem Scheitel sind nur die Flächen eines
horizontalen Prismas. Er kann in dieser Hinsicht als
das letzte Glied einer Reihe von Varietäten betrach-
tet werden, von denen einige Glieder zuerst vom Hrn.
Prof. Weiss beschrieben sind *). Die KrySTALLe von
Edingtonit selbst sind weit entfernt, einen solchen
Grad von Vollkommenheit zu besitzen, daß die oben
gegebenen Winkel für mehr als Approximation an-
gesehen werden könnten, obgleich ihre Gestalt gewöhn-
lich sehr deutlich ist. Sie sind gewissen Varietäten von
Prehnit und Feldspath sehr ähnlich, doch müssen wir
die Entdeckung anderer, die Kenntniss der Species
erweiternder, Varietäten abwarten, um zu bestim-
men, zu welchem Geschlechte in der Ordnung der
Spathe des Mohs'schen Systemes er gerechnet werden
kann.

Analyse des Edingtonits.

Er giebt beim Erhitzen Wasser aus, und wird zu-
gleich undurchsichtig und weiß. Vor dem Löthrohr
schmilzt er zu einem farblosen Glase, obschon hiezu
eine ziemlich heftige Hitze nothwendig ist. Salzsäure

*) Magazin der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin,
VIII. 33.

wirkt auf ihn, und scheidet Kieseelerde in einem gelatinösen Zustand ab; doch scheint die Einwirkung für den Zweck der Analyse nicht vollkommen zu seyn.

2,365 Gran des Minerals (die ganze Quantität, welche ich befaß) wurden bis zum Rothglühen erhitzt und verloren 0,315 Gr. oder 13,319 pr. C. an KrySTALLISATIONSWASSER. Die übrig bleibenden 2,05 Gran, welche leicht zu Pulver zerfielen, wurden mit 6 Gran kohlenf. Natron vermischt und eine halbe Stunde lang rothglühend erhalten. Die geglühte Masse war fast ganz weiß und hatte nicht geschmolzen. Verdünnte Salzsäure löste das Ganze auf, bis auf einige Flocken von Kieseelerde. Die Lösung wurde zur Trockne gebracht, und die Kieseelerde, nachdem sie auf dem Filtrum gesammelt und geglüht war, wog 0,89 Gr. d. i. 35,09 p. C.

Die dadurch von Kieseelerde befreite Lösung, wurde bei der Siedhitze mit einem leichten Ueberschuß von kohlenf. Natron behandelt, worauf ein weißer Niederschlag erfolgte. Dieser wurde mit reinem Kali digerirt um die etwa gegenwärtige Alaunerde zu lösen, und die alkalische Lösung mit einem Ueberschuß von salzsaurem Ammoniak gekocht, lieferte eine Portion Alaunerde, welche, nachdem sie einer Weißglühhitze ausgesetzt worden, 0,655 Gran wog, was 27,69 p. C. ausmacht. Die Masse welche sich nicht in Kali auflöste, ergab sich als eine kohlenfaure Erde; denn sie löste sich mit Aufbrausen in Salzsäure auf. Durch genaue Sättigung der Lösung und Zusatz von oxalsaurem Ammoniak wurde ein weißer Niederschlag gefällt, welcher 0,3 Gran oder 12,68 pr. C. reinen Kalk lieferte. Nach Absonderung des Kalkes, wurde dieser Lösung kohlenfaures Ammoniak und phosphorsaures Natron hin-

zugefügt. Es wurde kein Niederschlag gebildet und folglich war keine Magnesia zugegen. Eisen und Mangan waren gleichfalls nicht vorhanden. Der Edingtonit enthält folglich:

Kieselerde	35,09
Alaunerde	27,69
Kalk	12,68
Wasser	<u>13,32</u>
	88,78

Da die verschiedenen in diesem Minerale gefundenen Substanzen nicht mit der der Analyse unterworfenen Menge desselben übereinstimmen, so enthält es ohne Zweifel 10 bis 11 pr. C. von einem Alkali; ich war aber nicht im Stande, die Natur desselben zu bestimmen.

VII.

Ueber das Gesetz der elektrischen Abstosungskraft;

von

P. N. C. EGEN, Lehr. d. Math. u. Phys. am Gymn. zu Soest.

Es soll hier aus den vorhandenen und neuen Beobachtungen wo möglich festgestellt werden, ob die elektrischen Abstosungskräfte umgekehrt den einfachen Entfernungen oder den Quadraten dieser Entfernungen proportional sind.

Das Gesetz, von dem hier geredet wird, ist das Grundgesetz, worauf die meisten elektrischen Erscheinungen beruhen. Da nun die Lehre von der Elektrizität schon zu einem hohen Grade der Ausbildung gebracht worden ist, so sollte man denken, es seyen die Bewahrheitungen des Grundgesetzes über jeden Zweifel erhoben. Die französischen und englischen Physiker nehmen es allgemein als erwiesen an, daß die elektrischen Anziehungs- und Abstosungskräfte abnehmen, wie die Quadrate der Entfernungen zunehmen. Wie viel aber daran fehlt, daß die Ueberzeugung davon auch in Deutschland allgemein sey, erhellt schon daraus, daß noch vor Kurzem ein sehr würdiges Mitglied einer der berühmtesten gelehrten Gesellschaften Deutschlands in einer Abhandlung den Beweis geliefert zu haben glaubt, die elektrischen Abstosungskräfte ständen im umgekehrten Verhältnisse mit den einfachen Entfernungen.

Für Deutsche kann es daher nicht ohne Interesse seyn, die Versuche zur Begründung der besagten Gesetze einer unbefangenen Kritik unterwerfen, und das daraus gezogene wahrscheinlichste Resultat durch neue Versuche bestätigt werden zu sehen.

Bei unserer jetzigen Kenntniß der Naturkräfte mußte es uns wahrscheinlich dünken, daß sich die elektrischen Anziehungs- und Abstoßungskräfte wie umgekehrt die Quadrate der Entfernungen zu einander verhalten, wenn auch gar keine Versuche zur Erforschung dieses Gesetzes vorlagen. Denn auf dieselbe Art wirkt die allgemeine Anziehungskraft, welche die Körper der Sonnensysteme an einander bindet. So wirkt auch die magnetische Kraft, welche nach der Oersted'schen Entdeckung, einer der wichtigsten unsers Jahrhunderts, so enge mit der Elektrizität zusammenhängt. — Es läßt sich nicht denken, wie die Kraft, welche von einem Punkte ausgeht, nach einem kleinern als dem quadratischen Verhältnisse der Entfernungen abnehmen sollte. Der menschliche Geist muß sich diese Kraft, wenn er sich anders etwas dabei vorstellen soll, als nach allen Seiten sich ergießende Ausflüsse, gleichsam wie Lichtstrahlen, die von einem leuchtenden Punkte ausgesendet werden, vorstellen; und unter diesen Verhältnissen wächst die Schwächung der Kraft nothwendig mit der zweiten, und keiner andern, Potenz der Abstände. Es wäre hier nur dann eine Schwächung nach der ersten Potenz der Abstände denkbar, wenn die Kraft nicht nach allen Seiten wirkte, sondern wenn sie bloß in einer einzigen Ebene ihre Ausflüsse ausfendete.

Ich gestehe gern, daß solche Schlüsse dem Physiker keine Ueberzeugung geben können. Dieser will das, was er für wahr hält, nicht auf den moorigen Grund dunkler Hypothesen gründen; er will sein Lehrgebäude auf das Felsenfundament unwidersprechlicher Axiome und sicherer Erfahrungen stützen. Dennoch möchte ich aber solchen Betrachtungen nicht allen Werth absprechen. So lange wir unsern Geist nicht künstlich verschroben haben, werden wir unwillkürlich zu ihnen hingetrieben; sie sind also rein menschlich. Sie bewahren den Gelehrten, so lange er ihnen nicht einen übergroßen Werth beilegt, vor jenen irrigen Meinungen, wozu missverstandene Erfahrungen führen können, wenn auf sie, außer aller Verbindung mit andern, eine Schlussfolge basirt wird. Die Geschichte der Naturwissenschaften würde uns nicht so viele Verfündigungen am gefunden Menschenverstande zu erzählen haben, wenn man es sich von jeher zur Regel gemacht hätte, neue Wahrheiten mit alten zu vergleichen, und zugleich nachzusehen, ob sie nicht mit einer vernünftigen allgemeinen Ansicht der betreffenden Sache streiten. Die Widersprüche, auf welche man so etwa stößt, sollen nur warnen; allerdings dürfen sie nie entscheiden.

Ist ein isolirter Körper elektrisirt worden, so kann die in diesem Körper enthaltene freie Elektricität auf zweifache Art im Gleichgewichte seyn; nämlich einmal, indem jedes einzelne Theilchen der freien Elektricität mit allen übrigen Theilchen dieser freien Elektricität im Gleichgewichte ist, und dann, indem zwischen den einzelnen Theilchen der freien Elektricität

und den einzelnen Theilchen der gebundenen Elektricität des Körpers ein Gleichgewicht Statt findet. So lange das erste Gleichgewicht nicht da ist, strömt die freie Elektricität entweder im Körper oder auf seiner Oberfläche hin und her; so lange das zweite Gleichgewicht nicht besteht, wird die gebundene Elektricität theilweise frei und wieder gebunden. In beiden Fällen muß ein Hin- und Herströmen der Elektricität Stattfinden. Diese innere Thätigkeit in einem elektrisirten Körper mußte um so kräftiger seyn, je besser die Materie, woraus der Körper besteht, die Elektricität leitet, und käme die Elektricität nie ins Gleichgewicht, so müßte das Hin- und Herwogen fortbestehn. Bis dahin hat sich eine solche Thätigkeit durch kein einziges Symptom zu erkennen gegeben: ein elektrisirter, isolirter Körper wirkt nicht auf die Magnetnadel; auch sieht man keine Bewegung in isolirten Flüssigkeiten, nachdem sie elektrisirt worden sind. Es scheint also, als komme die Elektricität in einem isolirten Körper jedesmal ins Gleichgewicht mit sich selbst und mit der gebundenen Elektricität des Körpers. Könnte dieses streng erwiesen werden, so ließe sich dann auch a priori darthun, daß die Attractions- und Repulsionskräfte der Elektricität abnehmen, wie die Quadrate der Entfernungen zunehmen. Ich will zeigen, wie dieser Beweis geführt werden kann.

Der Einfachheit wegen nehme ich an, der elektrisirte Körper sey eine Kugel. Nun mögen die Abstoßungskräfte nach irgend einer positiven, von Null verschiedenen, Potenz der Entfernungen geschwächt werden, so vertheilt sich in jedem Falle, was streng bewiesen werden kann, alle freie Elektricität gleich-

förmig über die Oberfläche der Kugel. Der Beweis für diesen Satz ist so leicht zu führen, daß ich, um kurz zu seyn, weiter nicht auf ihn eingehe. Die freie Elektricität des Körpers wirkt nun aber auch vertheilend auf seine gebundene Elektricität. Jedes Theilchen der gebundenen positiven Elektricität ist mit einem Theilchen negativer Elektricität vereinigt. Es mögen (Fig. 1^{*)}) zwei so combinirte Elektricitäts-Theilchen sich bei *C* befinden. Die Theilchen der auf der Oberfläche verbreiteten freien Elektricität stoßen das gleichnamige Theilchen bei *C* ab, und ziehen das ungleichnamige an. Es wird folglich bei *C* nur in dem Falle keine Vertheilung Statt finden, wenn die Resultante aller Attractionen und Repulsionen gleich Null ist, das heißt, wenn die Linien *Ab* und *aB* unendlich nahe zusammen liegend durch den Punkt *C* gezogen werden, so muß die Attraction oder Repulsion des Linien-Elements *Aa* gleich derjenigen von *Bb* seyn. Oder mit andern Worten, die Anziehungs- und Abstoßungskräfte müssen in Entfernungen so wirken, daß sie sich von der Oberfläche einer Kugel aus bei Punkten innerhalb der Kugel gegenseitig aufheben. Diese Bedingung findet aber, es mag die anziehende oder abstoßende Schicht auf der Oberfläche der Kugel als unendlich dünn, oder von einer merklichen Dicke angenommen werden, nur dann Statt, wenn die Anziehungs- oder Abstoßungskräfte abnehmen, wie die zweiten Potenzen der Entfernungen zunehmen^{**)}. Ist

^{*)} Folgt im nächsten Heft. (P.)

^{**)} Einen Beweis für diesen Satz geben Newton: *Philosophiae naturalis principia mathematica*, editio nova, Glasquae 1822, I. p. 357; und Poisson: *Traité de mécanique* II. p. 20.

der Exponent dieser Potenz kleiner als zwei, so übt das entferntere *Bb* eine stärkere Wirkung auf *C* aus, als das nähere *Aa*; ist hingegen jener Exponent größer als zwei, so wirkt *Aa* stärker auf *C*, als *Bb* auf diesen Punkt wirkt. In beiden Fällen wird die Elektrizität bei *C* zertheilt. Dasselbe findet für alle Punkte Statt, welche außerhalb des Mittelpunktes *D* liegen. Da durch diese Zertheilung eben so viele positive als negative Elektrizität frei wird, und da der Wiedervereinigung der frei gewordenen entgegengesetzten Elektrizitäten, wenigstens auf der Oberfläche, wohin sie sich begeben müssen, kein Hinderniß im Wege steht, so dauert das Spiel des Zertheilens und des Wiedervereinigens so lange fort, bis die anfänglich mitgetheilte freie Elektrizität bei einer immer unvollkommenen Isolirung vor und nach sich zerstreut hat.

Man kann sich sehr leicht durch einfache und sicher begründete Schlüsse davon überzeugen, daß, wenn eine Kugel auf ihrer Oberfläche freie Elektrizität enthält, und in irgend einem Punkte innerhalb der Kugel gleichnamige oder entgegengesetzte Elektrizität vorhanden ist, diese sich nach der Oberfläche begeben müsse, die Attraction und Repulsion möge durch die Entfernung nach diesem oder jenem Gesetze geschwächt werden. Eben so leicht ist es, einzusehen, daß der elektrische Zustand einer elektrisirten Kugel nicht verändert werde, wenn der Kugel eben so viele positive als negative Elektrizität mitgetheilt wird. Ich halte es daher für hinreichend, diese Sätze nur auszusprechen, ohne mich auf den Beweis einzulassen.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen wende ich mich zu den Beobachtungen, welche angestellt worden sind, um das Gesetz der elektrischen Anziehung und Abstossung zu erforschen, und zwar zuerst, zu den Coulomb'schen, welche die Resultate der obigen Betrachtungen bestätigen.

Es ist bekannt, daß Coulomb sich seiner Drehwage bediente, um jenes Gesetz durch Versuche aufzufinden. Der einzig direkte Versuch, der öffentlich mitgetheilt worden ist, wurde vor der Academie gemacht *). Gewiss hatte aber Coulomb vorher mehrere Versuche angestellt, die ihm, den genauen und gewandten Beobachter, die Ueberzeugung gaben, daß sein Gesetz mit der Natur übereinstimme. Auch muß Coulomb später noch mehrere Versuche angestellt haben, die dieses Gesetz bestätigten **). Es scheint mir, als habe Coulomb sein aufgefundenes Gesetz als so fest in der Natur der Sache begründet angesehen, daß er es für unnöthig erachtete, eine lange Reihe von Beobachtungen zu seiner Bestätigung mitzutheilen. Auch fand er dasselbe durch mehrere indirekte Versuche bewahrheitet. Allerdings wäre es besser gewesen, wenn er alle seine Versuche bekannt gemacht hätte; mehrere Reihen guter Beobachtungen würden wahrscheinlich manchen Zweifel zurückgewiesen haben.

Der obige Versuch wurde mit einem 28 Zoll langen Drathe gemacht ***); die Nadel beschrieb einen

*) Gren, Neues Journal der Physik, Bd. 3. p. 52.

**) Gren, Neues Journal der Physik, Bd. 3. p. 53; Biot, Traité de physique expérimentale et mathématique t. II. p. 232.

***) Biot, t. II. p. 224 sq.

Kreis von 4 Zoll Radius; eine Kraft von $111\frac{1}{100}$ Gran, auf das Ende der Nadel angewandt, drehete sie um einen Grad. An dem Tage des Versuchs war der Verlust der Elektricität nur so groß, daß in 3 Minuten Zeit ein Abstand der Kugeln von 30 Grad auf einen von 29 Grad herabsank. Der Versuch dauerte 2 Minuten und ergab bei 36° Drehung einen Abstand der Kugeln von 36° , bei 144° Drehung einen Abstand von 18° , und bei $575\frac{1}{2}^\circ$ Drehung einen Abstand von $8\frac{1}{2}$ Grad.

Coulomb hat durch viele und sorgfältig angestellte Versuche gezeigt, daß sich bis zu einem gewissen Punkte die Drehungswinkel zu einander verhielten, wie die Drehungskräfte *). Obschon man aus den mitgetheilten Angaben nicht beurtheilen kann, bis zu welchem Punkte der Drehung diese Proportionalität bei dem gebrauchten Drathe der Drehwage bestand; so läßt sich doch von der großen Sorgfalt des geübten Beobachters mit aller Sicherheit annehmen, daß dieser Punkt nicht überschritten worden sey. Die in dieser Beziehung von Mayer erhobenen Bedenklichkeiten**) sind demnach durchaus unbegründet. Ein anderer Einwurf von Mayer***), daß nämlich bei Versuchen mit der Drehwage der Verlust an Elektricität wegen unvollkommener Isolirung sehr nachtheilig einwirke, ist eben so genügend in Beziehung auf den obigen Versuch weg zu räumen. Durch einen Nebenversuch

*) Blot, t. I. p. 484 sq.

**) Comm. soc. Reg. scient. Gott. rec. class. math. tom V.; Comm. de vi electr. repuls. p. 5.

***) An demselben Orte.

ist nämlich bekannt, daß der Verlust für 2 Minuten gegen $\frac{1}{3}$ der vorhandenen Elektricität beträgt. Will man also auf diesen Verlust Rücksicht nehmen, so muß man den Abstand von $8\frac{1}{2}^{\circ}$ um etwa $\frac{1}{8}^{\circ}$ vergrößern. Bis auf $\frac{1}{8}$ Grad genau konnte aber nicht beobachtet werden; man kann also mit allem Rechte diese Correction vernachlässigen. Da mit einer so geringen Masse von Elektricität experimentirt wurde, so sind fremdartige Einwirkungen durch Zertheilung von Elektricität in den Umgebungen der beiden Kugeln nicht denkbar. Der Umstand aber, daß, wenn zwei gleichnamig elektrisirte Kugeln näher zusammenrücken, die Elektricität jetzt nicht mehr gleichförmig über ihre Oberfläche vertheilt bleibt, daß sich vielmehr die elektrische Schicht an den Punkten, welche die Kugeln sich zukehren, schwächt, und an den entgegengesetzten Punkten verstärkt, mußte auf die Resultate der Versuche von einem um so merklichern Einflusse seyn, je größer die Kugeln sind. Wenn Repulsionskräfte nach dem Quadrate der Entfernungen geschwächt werden, so stoßen sich Kugeloberflächen oder Kugelschalen so zurück, als wirkten die Abstossungskräfte vom Mittelpunkte aus*). Ist nun die Elektricität, bei der gegenseitigen Einwirkung zweier naher Kugeln auf einander, nicht gleichförmig über ihre Oberfläche vertheilt, so wirken in diesem Falle die Abstossungskräfte wie aus zwei Punkten, die weiter als die Mittelpunkte von einander abstehen. Darum muß in den obigen Beobachtungen der Abstand von $8\frac{1}{2}^{\circ}$ um so mehr etwas vergrößert werden, je größer die angewendeten Ku-

*) Newton, Principia I. p. 361; Poisson, Mécanique II. p. 20.

geln waren. Ihr Durchmesser ist nicht angegeben; und obgleich sie wahrscheinlich sehr klein gewesen sind, so mag doch der letztere Winkel leicht um etwa $\frac{1}{2}^\circ$ zu vergrößern seyn.

Bis zu einem Winkel von 36° kann man in dem obigen Versuche mit aller erforderlichen Genauigkeit für die Seilen die Bogen setzen, und man hat nicht nöthig zu beachten, daß bei solchen Abständen die Abstossungskräfte nicht mehr senkrecht auf die Nadel wirken *). Man hat also die Proportion

$$575\frac{1}{2} : 144 : 36 = (36)^x : (18)^x : (8\frac{1}{2})^x.$$

Man sieht leicht ein, daß dieser Proportion annähernd nur dadurch Genüge geschehen kann, daß $x = 2$ gesetzt wird. Es müßte dann aber 9 statt $8\frac{1}{2}$ dastehen, wodurch sich von selbst $575\frac{1}{2}$ in 576 verwandelte. Der Unterschied beruht nicht auf einem Beobachtungsfehler; er läßt sich vielmehr aus dem oben Vorgebrachten erklären. Wegen des Verlustes an Elektricität während der Beobachtung kann man allenfalls $\frac{1}{2}^\circ$ addiren, wodurch man $8\frac{3}{4}^\circ$ erhält. Das Fehlen der übrigen 20 Minuten wird durchaus genügend dadurch erklärt, daß bei einer Nähe von 9° die Abstossungsmittelpunkte merklich hinter die geometrischen Mittelpunkte der Kugeln zurückgetreten seyn müssen.

Ich muß gestehen, daß ich den in Rede stehenden Versuch von Coulomb, in seiner geschichtlichen und factischen Beziehung genommen, für durchaus entscheidend halte.

*) Biot II. p. 231.

Biot sagt, daß Coulomb auch das elektrische Attraktions-Gesetz durch die Drehwage untersucht, und dasselbe mit dem Repulsionsgesetze übereinstimmend gefunden habe *). So viel ich weiß, sind diese Beobachtungen nicht bekannt gemacht worden. Er hat über dieses Gesetz aber noch auf anderem Wege Untersuchungen angestellt, und den folgenden Versuch mitgetheilt **). An einem Seidenfaden, wie er aus dem Cocon kommt, von 7 bis 8 Zoll Länge, wurde eine Nadel von Gummilack, 16 Linien lang, in einem Glaskasten aufgehängt. Der Faden leistete so wenig Widerstand, daß eine Kraft von $\frac{1}{120000}$ Gran die Nadel um 360° umzudrehen vermochte. Der Widerstand bei einer Drehung von ein Paar Graden kann folglich als Null angesehen werden. Die Nadel trug vorn einen Kreis von Goldpapier. In einiger Entfernung von ihr wurde eine hölzerne Kugel, von 1' Durchmesser, mit Zinnfolie belegt, aufgestellt. Die Kugel wurde dann elektrisirt, und dem Scheibchen aus Goldpapier die entgegengesetzte Elektricität mitgetheilt. Nun wurde die Nadel in Schwingungen von kleinem Umfange versetzt, und die Dauer jeder Schwingung, und zwar in verschiedenen Abständen von der Kugel, beobachtet. Bei kleinen Schwingungen blieb die Entfernung des Mittelpunktes der Kugel von dem Scheibchen der Nadel beiläufig dieselbe; auch können die Richtungen der Anziehungskräfte für die ganze Dauer einer Schwingung als unter sich parallel angenommen werden. Darum müssen sich,

*) Biot II. p. 233.

**) Biot II. p. 236 sq.

wenn die Anziehungskräfte wachsen, wie die Quadrate der Entfernungen abnehmen, nach dem Gesetze der Pendelschwingungen, die Abstände des Scheibchens vom Mittelpunkte der Kugel zu einander verhalten, wie die Schwingungszeiten. Nun war nach dem Versuche von Coulomb die Dauer von 15 Schwingungen bei einem Abstände von 9 Zoll = 20 Sec., bei 18 Zoll Abstand = 41", bei 24 Zoll Abstand = 60". Der Versuch hatte 4 Minuten gedauert, und zu der Zeit ging in jeder Minute $\frac{1}{40}$ der Elektricität an die Umgebung verloren. Man hat demnach wohl 39" statt 41", und 51" statt 60" zu setzen. Dann besteht wirklich annähernd die Proportion

$$9 : 18 : 24 = 20 : 39 : 51.$$

Auch dieser Versuch bestätigt also das Coulomb'sche Gesetz, und ich sehe nicht ein, was man seiner vollen Gültigkeit entgegenstellen könnte, so lange ein geübter, genauer und treu referirender Beobachter vorausgesetzt werden darf.

Es ist schon oben gesagt worden, daß sich die Elektricität auf Kugeloberflächen gleichförmig vertheile, die Abstoßungskräfte mögen nach dem quadratischen oder irgend einem andern Verhältnisse der Entfernungen geschwächt werden. Auf allen übrigen Körper-Oberflächen vertheilt sich die Elektricität nicht gleichförmig; auch bleibt die elektrische Schicht nicht mehr überall gleich dick, wenn mehrere elektrisirte Kugeln sich nahe, oder mit einander in Berührung, kommen. Die Vertheilung der Elektricität in diesen Fällen ist eine ganz andere, wenn die Ab-

stossungskräfte abnehmen, wie die einfachen Entfernungen zunehmen, oder wenn sie abnehmen, wie die Quadrate der Entfernungen wachsen. Coulomb hat über diese Vertheilung viele Versuche angestellt, und überall die Erfahrung mit seiner Theorie übereinstimmend gefunden *). Vorläufige Versuche belehrten ihn, daß, wenn ein elektrischer Körper mit einem Scheibchen von Goldpapier, das an einem isolirenden Handgriffe befestigt war, berührt werde, die dem Scheibchen mitgetheilte Elektricität der Dicke der elektrischen Schicht an der berührten Stelle des Körpers proportional sey. Wollte er nun die Vertheilung der Elektricität auf der Oberfläche eines Körpers untersuchen, so wurde dieser Körper an verschiedenen Stellen mit dem Probef Scheibchen berührt, und dieses jedes Mal in die Drehwage gebracht, in welcher das Scheibchen der Nadel vorläufig gleichnamig elektrisirt worden war, wo dann der beobachtete Drehungswinkel bei gleichen Abständen, ohne hypothetische Voraussetzungen, die Dicke der elektrischen Schicht an den untersuchten Stellen angab. Ueber den Verlust der Elektricität durch Mittheilung an die Umgebungen der elektrisirten Körper wurde bei allen Beobachtungen Rechnung gehalten, und die beobachteten Werthe wurden danach corrigirt. Auf diese Art untersuchte Coulomb die Vertheilung der Elektricität auf einem langen und schmalen Bleche, auf einem langen und dünnen Cylinder, auf kreisförmigen Platten, auf sich berührenden Kugeln von gleichem

*) Biot II. p. 263 sq. Gren, Neues Journal der Physik III. p. 58 sq.

und ungleichem Radius n. s. w. Ueberall gaben Versuche und Theorie dasselbe Resultat, und zwar mit einer Uebereinstimmung, wie sie nur erwartet werden darf.

Die tiefsten analytischen Untersuchungen über die Verbreitung und Zertheilung der Elektricität in leitenden Körpern hat Poisson angestellt. Biot hat mehrere Resultate derselben mitgetheilt, und einige derselben mit Beobachtungen verglichen *). Poisson stützt seine Berechnungen auf folgende Grundsätze: 1) die Theilchen des elektrischen Fluidums, die vollkommen beweglich sind, stoßen sich ab und ziehen sich an mit einer Kraft, die umgekehrt dem Quadrate der Entfernungen proportional ist; 2) bei gleichen Entfernungen sind für gleiche Massen der Elektricität die Anziehungskräfte den Abstoßungskräften gleich; 3) wenn in einem elektrisirten Körper, oder in mehreren, die einander nahe sind, der elektrische Zustand constant geworden, so ist die Gesamtwirkung der anziehenden oder abstoßenden Kräfte aller freien Elektricität auf jeden Punkt im Inneren dieser Körper gleich Null. Unter diesen Voraussetzungen stimmen Beobachtungen und Rechnung so genau überein, als man es nur erwarten kann. Es muß folglich jedes Gesetz der Anziehung und Abstoßung, das von dem hier aufgestellten verschieden ist, als falsch verworfen werden. Ich will einige Data der Beobachtungen und Berechnungen mittheilen. — Werden zwei Kugeln von gleichem Durchmesser, und die sich berühren, elektrisirt: so ist im Berührungspunkte gar keine Elektri-

*) Biot II. p. 291 sq.

keit frei; die elektrische Schicht nimmt von da an ihren Anfang und verstärkt sich bis zu den Punkten, die 180° vom Berührungspunkte absteht. Es verhalten sich die Dicken der elektrischen Schichten in einem Abstände vom Berührungspunkte

	nach Beobachtungen		nach Berechnung
von 90° und 30°	wie 1 : 0,21	;	wie 1 : 0,17
von 90° und 60°	- 1 : 0,80	;	- 1 : 0,75
von 90° u. 180°	- 1 : 1,06	;	- 1 : 1,14

Bei Kugeln, deren Durchmesser sich verhalten wie 1 : 2, wird die Dicke der elektrischen Schicht auf der kleinen Kugel durch folgende Verhältniszahlen angegeben:

	nach Beobachtungen		nach Berechnung
bei 90° u. 30° Abstand (beinahe)	wie 1 : 0	;	(beinahe) wie 1 : 0
- 90° u. 60°	wie 1 : 0,591		wie 1 : 0,56
- 90° u. 180°	wie 1 : 1,33		wie 1 : 1,35

Es verhält sich bei diesen Kugeln die Dicke der elektrischen Schicht bei 90° Abstand vom Berührungspunkte auf der grossen Kugel zur Dicke der Schicht des ähnlich liegenden Punktes auf der kleinen Kugel, nach der Beobachtung wie 1 : 1,25, nach der Berechnung wie 1 : 1,24. Wenn eine Kugel von $6\frac{1}{2}$ Zoll Umfang eine elektrisirte Kugel von 24 Zoll Umfang berührt, so ist nach der Trennung die elektrische Schicht auf der kleinen Kugel nach Beobachtungen 1,33, und nach Berechnung 1,32 mal so dick, als auf der grossen Kugel. Nach der Berührung einer elektrisirten Kugel von 8 Zoll Durchmesser mit einer andern von 1 Zoll Durchmesser, ist die Schicht auf der kleinern Kugel nach Berechnung 1,44 mal so dick, als auf der grossen.

Kugel; ein sehr complicirter Versuch gab für diese Verhältniszahl 1,59.

Ist der eine von zwei gleichnamig elektrisirten Körpern viel schwächer elektrisirt, als der andere, so stoßen sich diese Körper in größern Entfernungen ab. Rücken aber die Körper näher zusammen, so kann der Punkt erreicht werden, wo der stärker elektrisirte Körper auf die ihm zugekehrten Theile des andern Körpers kräftiger einwirkt, als die in diesem Körper selbst enthaltene freie Elektricität. Jetzt geht eine Zertheilung der gebundenen Elektricität vor sich, und weil die frei gewordene ungleichnamige Elektricität, ob schon immer geringer an Masse, als die freie und freigewordene gleichnamige Elektricität, doch dem ersten Körper am nächsten liegt; so kann endlich bei fortgesetzter Annäherung die Abstoßung, über einen Indifferenzpunkt hinaus, in Anziehung übergehen. Auch hier stimmt die Theorie von Poisson mit den Erfahrungen durchaus überein.

Kommt ein elektrisirter Körper in die Nähe eines nicht elektrisirten Körpers, so wird die gebundene Elektricität in letzterem zertheilt; die gleichnamige Elektricität zieht sich in das dem ursprünglich elektrisirten Körper abgewendete Ende, und die ungleichnamige in das dem erstern Körper zugekehrte Ende. Zwischen beiden Enden muß also eine Zone liegen, welche gar keine freie Elektricität enthält. Die Theorie von Poisson bestimmt für einfachere Körper die Stelle dieser indifferenten Zone, und zwar übereinstimmend mit angestellten Beobachtungen. Hieher

gehört auch der Versuch von Mahon *); die gegen diesen vorgebrachten Einwendungen sind durchaus unbegründet.

Dieses sind die vorzüglichsten Beobachtungen, welche für die Uebereinstimmung des elektrischen Attractionsgesetzes mit dem allgemeinen Attractionsgesetze sprechen. Parrot sagt **), daß er durch Versuche mit der Drehwage dieselbe Uebereinstimmung gefunden habe; nur habe er nie die Genauigkeit erreichen können, die Coulomb erreicht haben wolle, welches entweder in einem Fehler seines Instruments oder in seiner Ungeschicklichkeit seinen Grund haben möge: es seyen ihm Fehler von $\frac{1}{8}$ des Ganzen vorgekommen. Auch Mayer beklagt sich über die Unzuverlässigkeit der Drehwage, und beruft sich dabei auf das Zeugniß von Parrot und auf eigene Versuche ***). Es ist aber ganz natürlich, daß Coulomb genauer mit seiner Drehwage beobachtete, als andere Physiker. Coulomb hatte eine ausgezeichnete Beobachtungsgabe, die, wie andere Geistesgaben, der Himmel schenken muß; die Drehwage war Coulomb's Kind, und zwar sein liebes Kind; er hat Tausende von Beobachtungen mit ihr angestellt, die ihm Leichtigkeit in ihrer Handhabung gaben, und ihn viele Anomalien vermeiden lehren mußten; die Lehre von der elektrischen Mittheilung, Verbreitung und Zer-

*) Gehler, Physicalisches Wörterbuch, B. IV. p. 804.

**) Gilbert, Annalen der Physik, B. 60. p. 22.

***) Die oben angeführte Abhandlung, p. 5.

theilung hat er auf die mannigfachste Weise und nach allen Richtungen hin untersucht, er wußte also die kleinsten schädlichen Einwirkungen von außen durch seine Anordnungen zu vermeiden; alle diese Vortheile müssen nothwendig den Beobachtungen Coulomb's vor denen der meisten andern Physiker einen bedeutenden Vorzug geben. Warum wollte man sich nicht bescheiden, dies anzuerkennen, und warum möchte man lieber der Natur Zwang anthun, als zugestehen, daß man irgend einmal Versuche nicht ganz auf die rechte Art angestellt oder benutzt habe?

Man hat aber in Deutschland nicht allein die Coulomb'schen Versuche verdächtig zu machen gesucht, sondern auch zu dem Zwecke, um das Ergebniss derselben als falsch zu erweisen, eigens angestellte Versuche bekannt gemacht. Eine Apologie der Coulomb'schen Versuche hat also nicht nur die Untadelhaftigkeit dieser Versuche nachzuweisen; sondern sie muß auch zeigen, worin das Fehlerhafte der Versuche der Gegner bestehe.

Unter den Versuchen, welche der Coulomb'schen Theorie entgegengestellt worden sind, bedürfen nur die von Mayer und Simon einer weitläufigern Untersuchung. Von den übrigen mir bekannt gewordenen Gegenversuchen kann die Ungültigkeit, wie ich glaube, schon bei einer weniger tief eingehenden Analyse herausgefunden werden. Ich gehe also vorab zur Kritik dieser weniger bedeutenden Versuche über.

Parrot und v. Yelin haben Beobachtungen über die Schwingungen eines horizontalen und verti-

kalen Pendels angestellt, welches durch zwei Zambonische Säulen in Bewegung gesetzt wurde *). Ich darf hier die Art, wie solche Schwingungen hervorgebracht werden, als bekannt voraussetzen. Je näher die Knöpfe der beiden Säulen, zwischen welchen sich das Pendel bewegt, zusammenrücken, desto mehr Schwingungen wird das Pendel in gleichen Zeiten machen; theils weil der Weg für die Pendelkugel sich abkürzt, theils aber auch, weil diese Kugel stärker von den Säulenknöpfen afficirt wird, da sie sich von denselben nicht mehr so weit entfernen kann. Man glaubte nun aus der beobachteten Anzahl der Schwingungen für eine bekannte Entfernung der Säulenknöpfe auf das Gesetz der elektrischen Attraction und Repulsion einen sichern Schluss machen zu können. Die Schwingungen hängen aber von zu vielen der Berechnung nicht fähigen Umständen ab, als daß man diesem Schlusse vertrauen dürfte. Bei der Berechnung muß angenommen werden, daß die schwingende Kugel in demselben Momente wieder zurückgehe, in welchem sie den einen Säulenknopf berührt. Sie geht aber in der Wirklichkeit nicht früher zurück, bis sie alle $\pm$ Elektrizität abgegeben, und dafür wieder mit $\mp$ Elektrizität geladen worden, wozu allerdings eine merkliche Zeit gehört, wie anderweitige Beobachtungen lehren. Schon dieser Umstand allein macht alle auf derartige Beobachtungen gegründete Schlüsse trügllich. Ferner findet an der Axe des Pendels Reibung Statt, und auch

*) Gilbert, Annalen der Physik, Bd. 60. p. 22 sq. Von Yelin, Versuche und Beobachtungen zur nähern Kenntniß der Zambonischen trocknen Säule. München 1820.

diese kennt man zu wenig, um sie mit in Rechnung nehmen zu können. Dann erfordert die Rechnung eine genaue Kenntniß der elektrischen Kraft jeder Säule; weil man sich diese nicht erwerben kann, so muß die Kraft in beiden Säulen als gleich stark angenommen werden, was nie genau genug wahr ist. Endlich liegt auch der Punkt, von welchem die anziehenden und abstoßenden Kräfte ausgehen, nicht im Mittelpunkte der Kugeln, wie es bei der Berechnung, wenn sie nicht zu verwickelt werden soll, angenommen werden muß: dieser Punkt ist sogar beweglich, indem er bei jeder Schwingung auf einer Curve fort-rückt, welche zwar eine Verlängerung des Schwingungsbogens, aber wahrscheinlich kein Kreisbogen ist. Da die Kugeln zur Berührung kommen, so durchlaufen die beweglichen Mittelpunkte eine merkliche Weite, worüber jedoch nicht Rechnung gehalten werden kann. Es ist ein verkehrtes Bemühen, aus so complicirten Erscheinungen ein einfaches Naturgesetz herausfinden zu wollen. Wer möchte sich vermessen, aus den Pendelschwingungen einer Hausuhr die Abplattung der Erde, oder aus dem Herabfallen eines Strohhalmes von einer Hütte das Fallgesetz zu bestimmen? Dennoch hat man die Schwingungen des elektrischen Pendels in Rechnung genommen, natürlich aber auch die wunderlichsten Resultate erhalten. Die analytischen Entwicklungen von Parrot *) sind durchaus fehlerhaft; Parrot wird zwar auf seinem Irrwege auf das Coulomb'sche Gesetz zurückgeführt, vertraut aber selbst diesem Resultate so

*) Gilbert, *Annalen der Physik*, Bd. 60. p. 28.

wenig, daß er meint, man müßte vorläufig das Simon'sche Gesetz bei elektrischen Versuchen zum Grunde legen. Von Yelin's Berechnungen *) sind eben so ungenügend; er findet ein complicirtes Gesetz heraus, das sich eben so sehr von dem Coulomb'schen, als von dem Simon'schen unterscheidet. Später hat Brandes gezeigt **), wie solche Versuche auf eine möglichst befriedigende Art zu berechnen sind. Brandes hat alle Elemente mit in Rechnung gezogen, die der Berechnung fähig waren; seinen analytischen Ausdrücken stehen also nur meine oben ausgesprochenen Einwürfe entgegen, und diese sind nicht wegzuräumen. Wendet man die von Brandes gefundenen Ausdrücke auf die Beobachtungen von v. Yelin an, so stimmen Erfahrung und Berechnung eben so wenig überein, wenn der Exponent der Potenzen von den Entfernungen, denen die elektrischen Kräfte umgekehrt proportional seyn sollen, zu 1, als wenn er zu 2, oder zu $1\frac{1}{2}$ angenommen wird, wie mich Berechnungen gelehrt haben, die ich hier der Kürze wegen nicht mittheile. Die Erfahrung vereinigt sich also mit der theoretischen Betrachtung, um über derartige Versuche in soweit das Verwerfungsurtheil auszusprechen, als sie dienen sollen, irgend ein elektrisches Anziehungs- und Abstoßungsgesetz zu bestätigen oder zu bestreiten.

Parrot hat noch folgende Versuche angestellt und berechnet, die ebenfalls zurückgewiesen werden müssen. Eine Zambonische Säule von 800 Platten-

*) Die oben angeführte Schrift.

**) Schweigger u. Meinecke, Journal, neue Reihe, Bd. 5. p. 45 u. 49.

paaren wurde in 8 gleiche Theile zertheilt. Er liefs nun erst $\frac{1}{8}$, dann $\frac{2}{8}$, darauf $\frac{3}{8}$ u. s. f. wirken, und suchte durch ein Goldblatt-Elektrometer den Grad der jedesmaligen Spannung der Elektricität in der Säule zu bestimmen. Bei einer vollkommenen Säule verhält sich allerdings diese Spannung, wie es Parrot bei der Berechnung voraussetzte, wie die Anzahl der Plattenpaare *). In der Wirklichkeit darf man aber dieses nicht in aller Schärfe annehmen. Denn wer dürfte behaupten, dafs jedes Plattenpaar genau gleich viel Elektricität erzeuge; dafs der Druck, unter welchem die Säule steht, immer derselbe sey; dafs die Scheiben vollkommen gut und gleich gut leiten; dafs die Erregung der Elektricität, während die Säule gehandhabt wird, stets gleichmäfsig vor sich gehe? Alle diese Umstände müssen obiges Gesetz einer starken Modifikation unterwerfen. Nun sind ferner die Spannungen durch Grade eines Goldblatt-Elektrometers angegeben, wodurch die Versuche sich vollends der Berechnung gänzlich entziehen. Parrot hat, durchaus irrig, herausgebracht, dafs die elektrische Spannung im Elektrometer dem Sinus des halben Abstoßungswinkels der Goldblättchen proportional sey, und darnach seine Berechnung angestellt. Seine Resultate sind also eben so falsch, als seine Berechnung es ist. Nur die Kraft, mit welcher die Goldblättchen zusammenzufallen streben, steht mit dem obigen Sinus in Proportion, wenn die Blättchen als vollkommene Prismen, und der Widerstand der Biegung = 0 genommen wird. Soll aber die elektrische Spannung

*) Gilbert, Annalen der Physik, Bd. 33. p. 346 sq.

aus jenem Abstoßungswinkel beurtheilt werden; so muß man die Vertheilung der Elektricität auf der Oberfläche der Blättchen für jede Lage derselben kennen, und daraus berechnen, mit welcher Kraft jeder Punkt des einen Blättchens jeden einzelnen Punkt des andern zurückstößt, wobei auch die Breite der Blättchen durchaus in Betracht zu ziehen ist. Erst nach Auflösung dieses sehr schwierigen Problems kann die Sprache interpretirt werden, welche das Goldblatt-Elektrometer führt. Es wäre aber unverständlich, die analytische Kunst an einer so undankbaren Aufgabe zu verschwenden, da die Beobachtungen an diesem Elektrometer nie sehr genau seyn können, und da in der unregelmäßigen Form der Goldblättchen und des Leiters, woran sie hängen, so wie in dem unbekannten Biegungscoëfficienten zwei nicht unbedeutende Elemente für die Berechnung verloren gehen. Das sogenannte Goldblatt-Elektrometer wird darum schwerlich je etwas anderes, als ein Elektroskop seyn.

Parrot hat noch eine dritte Art von Versuchen mitgetheilt *). Er ladete eine Flasche und untersuchte ihre Spannung am Goldblatt-Elektrometer. Dann ladete er aus dieser Flasche eine zweite, größere, und untersuchte auch deren Spannung. Ich kann hier keine genauen Angaben aufstellen, weil ich mich aus den mitgetheilten Bestimmungen nicht zurechtzufinden weiß; es müssen nothwendig mehrere Fehler in ihnen enthalten seyn, die nur der Urheber verbessern kann. Parrot nahm nun an, daß sich die Elektricität unter die beiden Flaschen nach dem Verhältnisse ihrer Ober-

*) Gilbert, Annalen der Physik, Bd. 61. p. 274.

flächen vertheile, was schon bedeutend von der Wahrheit abweicht, da die eine Flasche beinahe doppelt so groß als die andere Flasche war. Ferner wurde die Spannung wieder durch ein Goldblatt-Elektrometer gemessen, welches einen zweiten großen Fehler in die Resultate der Beobachtungen brachte. Er gerieth darum auch auf das wunderliche Ergebniss, daß sich die freie Elektrizität durch die Berührung der Knöpfe der beiden Flaschen um mehr als $\frac{1}{4}$ vergrößere, was er in allem Ernste für wahr hält. Solche Unrichtigkeiten können durch missverstandene Versuche zu Tage gefördert werden.

(Fortsetzung im nächsten Hest.)

VIII.

Ueber das Licht;

VON

Herrn FRESNEL.

(Fortsetzung der Abhandlung in Bd. 79. S. 328.)

Zu größerer Bestimmtheit wollen wir den Fall betrachten, wo die Strahlen, welche von einem einzigen leuchtenden Punkte divergirend ausgehen, an zwei leicht gegeneinander geneigten Spiegeln reflectirt werden, so daß sie zwei Lichtbündel erzeugen, die sich unter einem geringen Winkel schneiden. Die beiden an diesen Spiegeln reflectirten Systeme von Lichtwellen kreuzen sich alsdann unter dem nämlichen Winkel, und wenn nun eine Halbwelle des ersten Systems in einem ihrer Punkte vollkommen übereinstimmt mit einer Halbwelle des zweiten Systemes, die das Fluidum nach gleicher Richtung stößt; so folgt aus jener geringen Neigung, daß sich die erstere Halbwelle zur Rechten und Linken dieses Durchschnittpunktes von der letzteren entfernt, und ein wenig weiterhin, auf der einen Seite mit der Halbwelle zusammenfällt, die ihr vorhergeht, und entgegengesetzte Bewegung hat, und auf der andern Seite mit der, welche ihr folgt; alsdann entfernt sie (die Halbwelle im ersten System. *P.*) sich noch mehr und fällt in einem Abstände der doppelt so groß ist, wie der erste, aufs Neue mit zwei Halbwellen (im 2ten Systeme. *P.*) zusammen,

deren Impulse in gleicher Richtung mit der übrigen wirken. Hiedurch entsteht auf der Oberfläche der ersten Welle eine Reihe gleichweit von einander liegender Linien, in welchen die Bewegung dieser Welle durch die Wellen des andern Strahlenbündels abwechselnd vernichtet und verstärkt ist. Fängt man also diese Lichtwelle mit einer weißen Papptafel auf, so muß man auf dieser, entweder eine Reihe dunkler und heller Streifen erblicken, wenn das Licht nahe homogen ist, oder eine Reihe verschiedenfarbiger Streifen, wenn man sich des weißen Lichtes bedient.

Die Fig. 2 Taf. 10 wird das Gesagte leichter begreiflich machen. Sie zeigt einen Durchschnitt der beiden Spiegel und der reflectirten Wellen, gemacht mit einer Ebene, die durch den leuchtenden Punkt gelegt ist, und senkrecht steht auf den Projectionen der Spiegel in ED und DF . Der leuchtende Punkt liegt in S ; A und B sind die geometrischen Orte seiner beiden Bilder und man bestimmt sie, indem man vom Punkte S auf die beiden Spiegel ED und DF die Perpendikel SA und SB fällt, und PA gleich SP , so wie QB gleich SQ nimmt; denn die so bestimmten Punkte A und B sind es, gegen welche die am ersten und zweiten Spiegel reflectirt werdenden Strahlen convergiren, nach dem bekannten Gesetze der Reflexion. Um also die Richtung des z. B. am Spiegel DF in irgend einem Punkte G reflectirt werdenden Strahles zu finden, ist es hinreichend, die Gerade BG zu ziehen; diese Linie verlängert, wird den reflectirten Strahl darstellen. Nun ist zu merken, daß nach der Construction, die uns die Lage des Punktes B gegeben hat, die Abstände BG u. SQ gleich sind, und daß folglich der gesammte Weg, den

der von *S*. ausgehende in *b* anlangende reflectirte Strahl zurückgelegt hat, durchaus dieselbe Länge besitzt, als wenn er vom Punkte *B* ausgegangen wäre. Wendet man diese geometrische Folgerung auf alle übrige von demselben Spiegel zurückgeworfenen Strahlen an, so sieht man, daß sie zu gleicher Zeit in den verschiedenen Punkten des Kreisbogens *n'bm* anlangen müssen, der aus *B*, als Mittelpunkt, mit dem Radius *Bb* beschrieben wurde. Dieser Kreis wird also die Oberfläche *) der reflectirten, in *b* angekommenen, Welle darstellen, oder richtiger gesprochen, den Durchschnit dieser Welle mit der Ebene der Figur. Die vom Spiegel *ED* zurückgeworfenen Wellen haben auf ähnliche Art ihren Mittelpunkt in *A*.

Um die beiden Systeme von reflectirten Wellen zu verfinnlichen, sind (Fig. 2) um die Punkte *A* und *B*, als Mittelpunkte, zwei Reihen gleichweit von einander stehender Bogen beschrieben und die Zwischenräume derselben als gleich der Länge einer halben Welle angenommen worden. Um die Bewegung von entgegengesetzter Richtung zu unterscheiden, sind diejenigen Kreisbogen voll ausgezogen, auf welchen die

*) Ich nenne: *Oberfläche der Welle* diejenige Fläche, in der alle Punkte beständig auf gleiche Weise und zu gleicher Zeit erschüttert sind. Betrachtet man diese Oberfläche am Anfange, in der Mitte oder am Ende der Welle, so wird es diejenige Fläche seyn, worin die oscillatorische Bewegung Null ist; nimmt man sie hingegen in der Mitte der ersten und letzten Hälfte der Welle, so wird es die Fläche seyn, auf deren ganzen Ausdehnung die absolute (oscillatorische. *P.*) Bewegung der Aethertheilchen ihr (positives oder negatives. *R.*) Maximum erreicht.

Aethertheilchen, im Augenblicke wo man sie betrachtet, das Maximum der vorwärtsschreitenden Bewegung besitzen; gegentheils sind die Bogen punktirt, auf welchen die Aethertheilchen das Maximum der rückwärtsschreitenden Bewegung besitzen. Es folgt hieraus, daß da, wo sich die punktirten Bogen mit den voll ausgezogenen durchschneiden, die Punkte des vollen Widerspruchs (Discordance) liegen, also auch die Mitten der dunklen Streifen; gegentheils geben die Durchschnittspunkte der ähnlichen Kreisbogen unter sich, die Punkte des völligen Einklanges, und folglich die Mitten der hellen Streifen. Durch die punktirten Linien br , $b'r'$, $b''r''$ u. s. w. sind die entsprechenden Durchschnitte der Bogen gleicher Art mit einander verbunden worden, so wie durch die vollen Linien no , no , $n'o'$, $n'o'$ u. s. w. die entsprechenden Durchschnitte der Bogen entgegengesetzter Art. Diese bezeichnen die successiven Lagen oder die Trajectorien von den Mitten der dunklen Streifen; diese die Trajectorien von den Mitten der hellen Streifen.

Man ist genöthigt gewesen, in der Figur 2 sowohl die wirkliche Länge der Lichtwellen, als auch die Neigung der beiden Spiegel gegen einander beträchtlich zu vergrößern. Man hat hier also kein genaues Bild der Sache zu suchen, sondern nur ein Mittel, um sich den Vorgang bei der Interferenz von Wellen, die sich unter einem merklichen (sensible) Winkel schneiden, zu verfinnlichen.

Es ist aus sehr einfachen geometrischen Betrachtungen zu ersehen, daß die Breite dieser Streifen im umgekehrten Verhältnisse der Größe des Winkels steht, unter welchem die beiden sich interferirenden

Bündel gegen einander neigen, und, daß der Abstand zwischen den Mitten zweier dunklen oder zweier hellen aufeinander folgenden Streifen gleich ist der Undulationslänge, dividirt durch den Sinus des Winkels, unter welchem die Strahlen sich durchkreuzen.

In der That kann das Dreieck (Fig. 2) bni , gebildet aus der geraden Linie bi und den beiden Kreisbogen ni und nb , wegen der Kleinheit dieser Bogen, als geradlinig und gleichschenkelig angesehen werden; auch ist wegen der Kleinheit des Winkels bni , der Sinus dieses Winkels nahe gleich $\frac{ib}{bn}$, folglich ist bn , gleich ib dividirt durch diesen Sinus. Es stehen aber die Schenkel des Winkels bni senkrecht auf denen des Winkels AbB , in dem bn senkrecht ist gegen Ab und ni senkrecht gegen Bb ; folglich sind diese beiden Winkel gleich, und man kann einen statt des andern setzen. Bezeichnet man also mit i den Winkel AbB , unter welchem sich die reflectirten Strahlen durchkreuzen, so hat man: $bn = \frac{ib}{\sin i}$ und folglich wird nn , was doppelt so groß ist als bn , gleich seyn $\frac{2 ib}{\sin i}$. Aber nn ist der Abstand zwischen den Mitten zweier aufeinander folgender dunkler Streifen und ist also das, was wir Breite des Streifens genannt haben. Da ib , der Construction nach, gleich ist der Länge einer halben Undulation, so ist $2 ib$ gleich der Länge einer ganzen Undulation; und folglich ist die Breite eines Streifens in der That gleich der Länge einer Undulation, dividirt durch den Sinus des Winkels, den die reflectirten Strahlen unter sich machen. Dieser Winkel ist zugleich derjenige, unter dem man den Zwi-

schenraum AB beider Bilder des leuchtenden Punktes erblicken würde, wenn man das Auge nach b versetzt hätte. Eine andere, mit dieser gleichwerthige, Formel findet sich, wenn man erwägt, daß die beiden Dreiecke bni und AbB einander ähnlich sind; dies giebt die Proportion $bn:bi::Ab:AB$, woraus man zieht:

$$bn = \frac{bi \times Ab}{AB} \text{ oder } 2\ bn = \frac{2 \cdot bi \times Ab}{AB}$$

das will sagen: die Breite eines Streifens ist gleich der Länge einer Undulation, multiplicirt durch den Abstand der Bilder A und B von der Ebene, in der man die Streifen mißt, und dividirt durch den Abstand zwischen diesen beiden Bildern.

Der bloße Anblick der Fig. 2 zeigt, warum es nöthig ist, daß die beiden Spiegel fast in einer Ebene stehen müssen, wenn man Streifen von etwas merklicher Breite erhalten will; deshalb nämlich, weil in dem kleinen Dreieck bni , die Seite bi , die die Länge einer halben Undulation darstellt, z. B. für die gelben Strahlen, noch kaum $\frac{1}{2000}$ eines Millimeters beträgt und folglich die Seite bn , welche die halbe Breite eines Streifens mißt, nur in dem Falle beträchtlich werden kann, daß bn einen sehr kleinen Winkel mit ib macht, weil alsdann der Durchschnittspunkt dieser Linien sich von bi entfernt. Nun ist die Neigung von bn gegen in nahe die nämliche, wie die des Spiegels DF gegen die Verlängerung DP des Spiegels DE , wenn $Db = DS$.

Wenn A und B , statt Bilder des leuchtenden Punktes zu seyn, die Projectionen zweier sehr feiner in dem Schirme RN angebrachter Schlitze vorstellen, durch welche die Strahlen eines leuchtenden Punktes eindringen, der sich jenseit dieses Schirmes auf der

Verlängerung der mittleren Linie bDC befindet; so ist es, um den Unterschied im Gange der Strahlen zu bekommen, hinlänglich, die von diesen durchlaufenen Wege von A und B an zu zählen, weil die Wege von dem leuchtenden Punkte bis zu jedem der Schlitze A oder B einander gleich sind. Man sieht auch, daß die Rechnung, welche wir so eben über die Breite der Streifen gemacht haben, auf diesen Fall noch anwendbar bleibt, sobald nur jeder der Schlitze hinlänglich schmal ist, um in Bezug auf die inflectirten Strahlen, welche er ausendet, als einfacher (unique) Undulationsmittelpunkt angesehen werden zu können. Man kann sagen: die Breite der durch zwei sehr feine Schlitze erzeugten Streifen, sey gleich der Länge einer Undulation, multiplicirt mit dem Intervall zwischen den beiden Schlitzen und dividirt durch den Abstand des Schirmes von dem Mikrometerfaden, der zum Messen der Streifen gebraucht wird.

Diese Formel bleibt auch auf die dunklen und hellen Streifen, die man im Schatten eines schmalen Körpers wahrnimmt (wobei man die Breite dieses Körpers für den Zwischenraum zu setzen hat, der die beiden Schlitze trennt), so lange anwendbar, als diese Streifen von den Rändern des Schattens hinlänglich entfernt liegen. Sobald sie aber diesen sehr nahe kommen, zeigt die Theorie gleich wie die Beobachtung, daß diese Formel das Phänomen nicht mehr mit hinlänglicher Annäherung darstellt. Diese rührt daher, daß diese Formel im Allgemeinen weder für die Streifen, in welche die Schatten schmaler Körper zerfallen (*qui subdivisent les ombres étroites*), noch für die bei zwei Schlitzen, vollkommen genau ist, sondern bloß

für die von zwei Spiegeln erzeugten Streifen, welche den einfachsten Fall der Interferenz zweier leicht gegeneinander geneigten Strahlen darbieten. Um für die ersten beiden Fälle die Lage der dunklen und hellen Streifen mit Schärfe aus der Theorie abzuleiten, hat man nicht bloß die Wirkungen von zwei Wellensystemen, sondern von einer Unendlichkeit solcher Gruppen zu berechnen, und zwar nach einem Principe, welches wir bei Auseinandersetzung der allgemeinen Theorie der Lichtbeugung erklären werden.

Um die zur Bildung der Streifen nöthigen Bedingungen vollends anzugeben, bleibt es mir noch übrig zu zeigen, weshalb man bei den Lichtbeugungsversuchen einen leuchtenden Punkt gebrauchen muß und nicht einen leuchtenden Gegenstand von großer Ausdehnung. Wir wollen zu dem Ende wieder die innern Streifen im Schatten eines schmalen Körpers betrachten; es wird leicht seyn, analoge Schlüsse auf alle übrige Erscheinungen der Lichtbeugung anzuwenden.

Die Mitte des mittleren Streifen, welche stets aus Strahlen gebildet ist, die gleichzeitig von dem leuchtenden Punkt ausgehen, muß sich auf der durch diesen Punkt und durch die Mittellinie des schmalen Körpers gelegten Ebene befinden; denn da dieß, und jenseits dieser Ebene alles symmetrisch ist, und also die sich in derselben vereinigenden Strahlen gleiche Wege durchlaufen haben, so müssen sie auch daselbst zu gleicher Zeit anlangen, wenigstens dann, wenn sie nicht durch verschiedene Media hindurch gegangen sind, was wir hier nicht voraussetzen. Ist die Lage des mittleren Streifens bestimmt, so ist es die der übrigen

auch. Nun begreift man, daß wenn der leuchtende Punkt sich ein wenig verrückt, zum Beispiel ein wenig nach der Rechten, alsdann die Ebene, von der wir sprachen, sich gegen die Linke neigen und alle Franzen mit sich führen wird, die den mittleren Streifen begleiten. Anstatt eine Ortsveränderung des leuchtenden Punktes vorauszusetzen, wollen wir annehmen, daß wir es mit einem leuchtenden Gegenstand von merklichen Dimensionen zu thun haben (*supposons qu'il (le point) ait des dimensions très sensibles*); dann wird jeder der leuchtende Punkte aus welchen derselbe besteht, eine Gruppe von Streifen bilden und die Lagen dieser Gruppen werden um so mehr von einander abweichen, als diese Punkte mehr von einander abstehen. Wenn diese Abstände beträchtlich sind, d. h. wenn der leuchtende Gegenstand (*point*) etwas groß ist, so können die Franzen der verschiedenen Gruppen, indem sie über einander greifen, sich gegenseitig vernichten. Deshalb muß man bei Interferenz-Versuchen, bei welchen sich, wie bei den Diffractions-Erscheinungen, die Strahlen unter merklichen Winkeln kreuzen, einen sehr kleinen leuchtenden Punkt anwenden, wenn man die Wirkung ihres gegenseitigen Einflusses auf einander wahrnehmen will; und dieser Punkt muß um so kleiner seyn, als die Strahlen sich unter einem größeren Winkel schneiden.

Wie klein auch der leuchtende Gegenstand (*point*) seyn mag, so ist er doch in Wirklichkeit stets aus einer unendlichen Anzahl von Undulationsmittelpunkten zusammengesetzt; und von jeden dieser Mittelpunkte gilt das nämliche, was wir bisher von dem leuchtenden Punkt gesagt haben. So bald diese Mit-

telpunkte aber, in Bezug auf die Breite der Franzen, sehr wenig von einander absteigen, begreift man, daß die verschiedenen Gruppen der von ihnen erzeugten Franzen, anstatt sich auf eine regellose Art zu mischen, fast genau sich übereinanderlagern und weit entfernt sich gegenseitig zu vernichten, vielmehr einander verstärken.

Wenn die beiden sich interferirenden Wellensysteme parallel liegen, so muß der Abstand zwischen ihren correspondirenden Punkten auf einem grossen Theil der Oberfläche der Wellen der nämliche bleiben, d. h. in anderen Ausdrücken, die Franzen erhalten eine fast unbestimmte Breite*), und eine ziemlich beträchtliche Ortsveränderung des Undulationsmittelpunkts bewirkt keine merkliche Veränderung in dem Grade des Accordes oder Discordes ihrer Schwingungen. Deshalb ist es in diesem Falle nöthig einen so kleinen leuchtenden Gegenstand anzuwenden, wenn man den gegenseitigen Einfluß der Strahlen wahrnehmen will.

Man wird nun begreifen, weshalb die Lichtstrahlen, obgleich sie beständig einen gewissen Einfluß auf einander ausüben, diesen dennoch so selten und nur

*) Daß die farbigen Ringe, welche durch die Interferenz zweier fast paralleler Wellensysteme erzeugt werden, oft in ziemlich engem Raum, Abwechslungen von hellen und dunklen Streifen darbieten, wie die Franzen, dies rührt bloß daher, daß die Luftschicht, zwischen den beiden sich berührenden Gläsern, nicht überall dieselbe Dicke hat; dies ändert den Unterschied im Gange derjenigen Strahlen ab, die an der ersten und zweiten Oberfläche der Luft reflectirt werden und durch ihre gegenseitige Interferenz die dunklen und hellen Streifen erzeugen.

in so besondern Fällen zeigen; nämlich deshalb, weil um diesen Einfluß sichtbar zu machen es nöthig ist:

1) Dafs die Lichtstrahlen, welche sich interferiren, von einer gemeinschaftlichen Quelle ausgegangen seyen.

2) Dafs sie in ihrem Gange nur um eine ziemlich beschränkte Anzahl von Undulationen von einander abweichen; selbst wenn das angewandte Licht sehr homogen ist.

3) Dafs sie sich nicht unter einem zu grossen Winkel kreuzen, weil sonst die Franzen so schmal werden, dafs sie mit der stärksten Loupe nicht mehr wahrgenommen werden können.

4) Dafs, sobald diese Strahlen nicht parallel sind und unter sich einen merklichen Winkel bilden, der leuchtende Gegenstand sehr kleine Dimensionen habe, und zwar um so geringere, als dieser Winkel beträchtlicher ist.

Ich habe geglaubt, die Theorie der Interferenzen etwas umständlich aneinander setzen zu müssen, weil sie bei Berechnung der interessantesten Gesetze in der Optik von einer häufigen Anwendung ist. Vielleicht wird man, im ersten Augenblick, die Betrachtungen, auf welche sie sich gründet, ein wenig delicat und schwer zu begreifen finden, ungeachtet ich alles ausführlich entwickelt habe. Wenn man aber einige Zeit über sie nachdenkt, wird man sehen, dafs sie im Grunde sehr einfach ist, und es wird leicht gelingen sich mit ihrer Anwendung vertraut zu machen.

Um die Aufstellung der Grundsätze zu vollenden, auf welchen die allgemeine Theorie der Lichtbeugung beruht, bleibt es mir noch übrig, von dem Huygensschen Theorem zu sprechen, der mir eine strenge

Folgerung aus der Lehre von den Undulationen zu seyn scheint.

Dieser Lehrsatz läßt sich so ausdrücken: die Schwingungen einer Lichtwelle in jedem ihrer Punkte, können betrachtet werden, als die Resultante der Elementarbewegungen, die im nämlichen Augenblicke dahin gesandt würden, wenn sie isolirt wirkten; alle Theile der Welle in irgend einer ihrer vorhergehenden Lagen betrachtet.

Es ist eine Folge des Principes der Coëxistenz kleiner Bewegungen, daß die in irgend einem Punkte einer elastischen Flüssigkeit durch mehrere Erschütterungen bewirkten Schwingungen, gleich sind, der *statischen* Resultante aller, in dem nämlichen Augenblicke, von verschiedenen Oscillationsmittelpunkten, nach diesem Punkte abgeschickten Geschwindigkeiten; wie auch immer diese Erschütterungen ihrer Anzahl, ihrer respectiven Lage, ihrer Natur und der Zeit ihres Beginnes nach, verschieden seyn mögen. Dieses Princip muß, da es allgemein ist, sich auf jeden besonderen Fall anwenden lassen. Ich werde voraussetzen, daß diese in unendlicher Anzahl vorhandenen Erschütterungen, gleiche Natur besitzen, gleichzeitig Statt finden, an einander gränzen, und sämmtlich auf einer Ebene oder einer Kugelfläche liegen. Ich mache ferner noch eine Hypothese in Bezug auf die Natur dieser Erschütterungen. Ich nehme an, daß die den Molekeln eingepflanzten Geschwindigkeiten sämmtlich gleiche Richtung besitzen, senkrecht auf der Kugelfläche, daß sie überdies den Condensationen propor-

tional sind und in einem solchen Verhältniß, daß die Molekel keine rückgängige Bewegung haben können. Auf diese Art werde ich also aus sämmtlichen partiellen Erschütterungen eine abgeleitete Welle wieder zusammengesetzt haben. Es läßt sich also mit Wahrheit sagen, daß die Schwingungen einer Lichtwelle, in jedem ihrer Punkte, betrachtet werden können, als die Resultante aller Elementarbewegungen, welche in demselben Augenblick dahin gesandt würden, wenn sie isolirt wirkten; alle Theile dieser Welle in irgend einer ihrer vorgehenden Lagen betrachtet.

Da die Intensität der ursprünglichen Welle gleichförmig ist, so folgt, aus dieser theoretischen Betrachtung wie aus allen andern, daß diese Gleichförmigkeit sich beim Fortgange der Welle erhält, so bald nicht ein Theil der Welle in Bezug auf die anliegenden Theile aufgefangen oder verzögert wird; indem die erwähnte Resultante der Elementarbewegungen für alle Punkte dieselbe ist. Wenn aber ein Theil der Welle durch Zwischensetzung eines undurchsichtigen Körpers aufgefangen wird, so wird die Intensität eines jeden Punktes veränderlich seyn mit seinem Abstände vom Rande des Schattens; besonders werden diese Veränderungen in der Nachbarschaft der tangirenden Strahlen beträchtlich seyn.

Es sey C (Fig. 3) der leuchtende Punkt, AG der Schirm, AME die in A angelangte und von dem undurchsichtigen Körper zum Theil aufgefangene Welle. Ich nehme an sie sey in eine unendliche Menge kleiner Bogen Am' , $m'm$, mM , Mn , nn' , $n'n''$, u. s. w. eingetheilt. Um die Intensität derselben im Punkte P , in

irgendeiner ihrer folgenden Lagen *BPD* zu erhalten, muß man die Resultante aller Elementarwellen suchen, welche jedes dieser Stücke der ursprünglichen Welle dahin senden würde, wenn es allein wirkte.

Da die Impulse, welche allen Theilen der ursprünglichen Welle mitgetheilt worden, nach der Normale gerichtet sind, so müssen die Bewegungen, welche sie dem Aether einzupflanzen trachten, in dieser Richtung intensiver seyn, wie in allen übrigen; und die Strahlen, welche aus diesen hervorgehen, wenn sie isolirt wirken, werden um so schwächer seyn, als sie sich mehr von dieser Richtung entfernen.

Die Untersuchung über das Gesetz, nach welchem um jeden Erschütterungsmittelpunkt herum die Intensität der Strahlen variirt, würde ohne Zweifel große Schwierigkeiten darbieten; glücklicherweise aber haben wir nicht nöthig, dieses Gesetz zu kennen, denn es ist leicht zu sehen, daß die Wirkungen dieser Strahlen sich fast gänzlich zerstören, so bald sie merklich gegen die Normale neigen, so daß wir diejenigen Strahlen, welche auf eine merkbare Weise auf die von einem jeden Punkt *P* empfangene Lichtmenge Einfluß haben, als nahe von gleicher Intensität betrachten können*).

*) Wenn der Erschütterungsmittelpunkt eine Condensation erlitten hat, so strebt die Expansivkraft die Molekel nach allen Richtungen fortzustossen, und, daß diese keine rückgängige Bewegung haben, rührt einzig daher, daß ihre vorwärts schreitenden Geschwindigkeiten zu Anfange, diejenigen zerstören, welche ihnen rückwärts die Expansion einzuprägen trachtet. Es folgt aber hieraus nicht, daß die Erschütterung nur in Richtung der ursprünglichen Geschwindigkeit fortgepflanzt werden könnte; denn die Expansivkraft vereinigt sich z. B. in senkrechter

In der That, betrachte man die Strahlen EP , FP , IP , die merklich geneigt sind (gegen die Normale der Welle (P)) und in dem Punkte P zusammenlaufen, welchen ich um eine große Anzahl von Undulationen von der Welle EA entfernt annehme. Man nehme die beiden Bogen EF und FI von einer solchen Länge, daß die Unterschiede: $EF - FP$ und $FP - IP$ gleich werden einer halben Undulation. Wegen der merklich schiefen Lage der Strahlen, und wegen der Kleinheit einer halben Welle in Bezug auf die Länge dieser Strahlen, werden jene Bogen nahe gleich und die von ihnen nach dem Punkte P gesandten Strahlen nahe parallel seyn; so daß vermöge des Unterschiedes von einer halben Undulation der zwischen den correspondirenden Strahlen beider Bogen da ist, die Wirkungen derselben sich gegenseitig zerstören.

Richtung mit dem primitiven Impulse, ohne daß ihre Wirkungen dadurch geschwächt werden. Es ist klar, daß die so erzeugte Welle, in den verschiedenen Punkten ihres Umfanges eine verschiedene Intensität haben muß; nicht bloß wegen des anfänglichen Impulses, sondern auch weil die Condensationen um den Mittelpunkt des erschütterten Theiles nicht einem und demselben Gesetze unterworfen sind. Indess müssen die Verschiedenheiten in der Intensität der abgeleiteten Welle nothwendig einem Stetigkeitsgesetze unterworfen seyn und folglich in einem sehr kleinen Winkelraum, als unmerklich betrachtet werden können, vor allem nahe um die Normale der erzeugenden Welle; denn die anfänglichen Geschwindigkeiten der Molekel, in Bezug auf irgend eine Richtung, sind proportional dem Cosinus des Winkels, welchen diese Richtung mit der Normale bildet und diese Componenten verändern sich in einem viel geringerem Verhältnisse als der Winkelraum, wenn er nur wenig beträchtlich ist.

Man kann also annehmen, daß alle Strahlen, welche die verschiedenen Theile der ursprünglichen Welle *AE* zum Punkte *P* abschicken, von gleicher Intensität sind; weil diejenigen Strahlen, für welche allein diese Hypothese ungenau seyn würde, keinen merklichen Einfluß auf die Lichtmenge haben, die jener Punkt empfängt. Aus demselben Grunde und wegen der Kleinheit des Winkels, den die Strahlen unter sich machen, kann man auch, um die Berechnung der Resultante aller dieser Elementarwellen zu vereinfachen, die schwingende Bewegung derselben als in nämlicher Richtung geschehend betrachten; so daß die Aufgabe auf diejenige zurückkommt, welche ich in meiner schon erwähnten Abhandlung über die Diffraction aufgelöst habe, nämlich: *die Resultante zu finden von irgend einer Anzahl Systeme von parallelen Lichtwellen, die gleiche Länge haben, und deren Intensitäten und relative Lagen bekannt sind.* Die Intensitäten sind hier proportional der Länge der kleinen leuchtenden Bogen, und die relativen Lagen sind gegeben durch die Unterschiede der durchlaufenen Wege.

Wir haben, eigentlich, nur den Durchschnitt der Welle betrachtet, gemacht durch eine Ebene, die auf dem Rande des in *A* projecirten Schirmes senkrecht steht. Jetzt wollen wir die Welle nach ihrer ganzen Ausdehnung betrachten, und sie uns in unendlich dünne Sektoren getheilt denken, durch Meridiane, die gleichweit von einander und senkrecht auf der Ebene der Figur stehen. Auf diese kann man alsdann dieselben Schlüsse anwenden, die wir so eben für einen Durchschnitt der Welle gemacht haben, und

So beweisen, daß die Strahlen von einer vorwaltenden Neigung (gegen die Normale $(P.)$) sich gegenseitig zerstören.

Da diese mit dem Rande des Schirmes parallelen Sektoren, in dem uns beschäftigenden Falle, wo die Lichtwelle bloß an einer Seite aufgefangen wird, sämtlich nur eine außerordentlich geringe Ausdehnung besitzen; so wird die Intensität der Resultante von allen Vibrationen, welche die Sektoren nach dem Punkte P absenden, für jeden dieser Sektoren die nämliche seyn. Denn die Strahlen, welche von diesen Sektoren ausfließen, müssen als von gleicher Intensität betrachtet werden, wenigstens in dem sehr geringen Theile der Erzeugungswelle, welcher einen merklichen Einfluß auf das nach P gesandte Licht hat. Ueberdies wird offenbar jede Elementarresultante um die nämliche GröÙe zurückstehen, in Bezug auf den Strahl, welcher von einem Punkte des Sectors ausgeht, der dem Punkte P am nächsten ist, d. h. von dem Punkte, in welchem der Sector die Ebene der Figur schneidet. Mithin werden die Intervalle zwischen diesen Elementarresultanten gleich seyn den Unterschieden in den Wegen, durchlaufen von den in der Ebene der Figur liegenden Strahlen $AP, m'P, mP$, und ihre Intensitäten werden proportional seyn den Bogen $Am', m'm, mA$ u. s. w. Um die allgemeine Resultante derselben zu erhalten, muß man also die nämliche Rechnung machen, zu der wir schon geführt wurden, als wir nur den Durchschnitt der Welle mit einer auf dem Rand des Schirmes senkrecht stehenden Ebene betrachteten *).

*) So lange der Rand des Schirmes geradlinig ist, reicht es zur

Man kann sich jetzt eine klare Idee von der Methode machen, die man zu befolgen hat, um die Lage und Intensität der dunklen und hellen Streifen unter verschiedenen Umständen zu berechnen, unter welchen man sich vornimmt, die Theorie mit der Erfahrung zu vergleichen. Wenn der Schirm sich zur Seite unbegrenzt erstreckt, oder wenigstens so breit ist, daß die von dieser Seite herkommenden Strahlen vernachlässigt werden können, so sucht man für jeden Punkt P (Fig. 5), welcher da liegt, wo man die Streifen beobachtet, die Resultante aller Elementarwellen, welche bloß von dem Theile AMF der einfallenden Welle herrühren, und vergleicht man alsdann die Intensitäten, die man für die verschiedenen Punkte $P, P', P'' \dots$ erhält, so bestimmt man die Lage der dunkelsten und hellsten Punkte. Auf diese Art findet man in dem uns beschäftigenden Falle, wo der Schirm sich zur Seite ohne Grenzen erstreckt: 1) daß die Lichtintensität von der Tangentialebene CAB ab, nach dem Schatten (onde) hinein, schnell abnimmt, und zwar um so schneller, als die Länge der Undula-

Bestimmung der Lage der dunklen und hellen Streifen, und deren relativen Intensitäten hin, den Durchschnitt der Welle mit einer auf dem Schirmrand senkrechten Ebene zu betrachten; wenn er aber gekrümmt oder aus mehreren geraden Linien zusammengesetzt ist, die unter sich beliebige Winkel machen, so wird es nothwendig, nach zwei auf einander rechtwinkligen Richtungen oder im Kreise um den betrachteten Punkt zu integrieren. Diese letzte Methode ist in einigen besonderen Fällen einfacher, z. B. wenn es sich darum handelt, die Lichtintensität in der Projection des Mittelpunktes eines Schirmes oder einer kreisförmigen Oeffnung zu berechnen,

zihn geringer ist, und auf eine stetige Weise, ohne jene Maxima und Minima zu zeigen, welche die dunklen und hellen Streifen ausmachen; 2) daß außerhalb des Schattens die Lichtintensität, nachdem sie bis zu einem gewissen Punkt, den man das *Maximum* erster Ordnung nennen kann, beträchtlich angewachsen ist, abnimmt, bis zu einem Punkt, der das *Minimum* erster Ordnung ist, um von Neuem bis zu einem zweiten Maximum zu steigen, dem wieder ein zweites *Minimum* folgt und so fort; 3) daß keins der *Minima* gleich Null ist, wie in den Streifen, die durch Zusammenwirken zweier Lichtbündel von gleicher Intensität erzeugt werden; und daß die Differenz zwischen den Maxima und *Minima* geringer wird in dem Maasse, als man sich von dem Schatten entfernt; Letzteres erklärt, warum die Streifen, welche die Schatten einfassen, bei einem homogenen Lichte weniger hervorstechend und weniger zahlreich sind, als diejenigen, welche man mit den zusammengefügtten Spiegeln erhält, und bei weißem Lichte viel weniger lebhaft Farben darbieten; 4) daß die Intervalle zwischen diesen *Maxima* und *Minima* ungleich sind, und kleiner werden in dem Maasse, als man sich vom Schatten entfernt und zwar nach Verhältnissen, die sich bei einigem Abstände vom Schirme, wo man die Streifen mißt, nicht verändern; 5) daß die *Maxima* und *Minima* derselben Ordnung, berechnet bei verschiedenen Abständen von dem Schirm auf Hyperbeln von einer merklichen Krümmung liegen, die den Rand des Schirmes und den leuchtenden Punkt zu Brennpunkten haben. Alle diese Folgerungen aus der Theorie sind durch die Erfahrung bestätigt.

Die allgemeine Formel giebt die Lage der *Maxima* und der *Minima* für jeglichen Abstand des leuchtenden Punktes vom Schirme und des Schirmes vom Mikrometer an, sobald man die Undulationslänge des angewandten Lichtes kennt. Um die Theorie auf eine entscheidende Probe zu stellen, habe ich die Undulationslänge, nicht aus einigen Messungen an äußeren Streifen bestimmt und hernach auf die Berechnung der Beobachtungen derselben Art angewandt, sondern aus einem Diffractionsversuche von ganz verschiedener Natur abgeleitet. Nachdem ich ihre Richtigkeit vorläufig auf die von zwei Spiegeln erzeugten Streifen geprüft hatte, deren Breite sie wenigstens bis auf ein Hundertel darstellte, habe ich sie mit 125 Messungen von äußeren Streifen verglichen, welche unter sehr verschiedenartigen Umständen gemacht worden waren, da der Abstand des leuchtenden Punktes in ihnen von einem Décimeter bis zu 6 Meter, und der Abstand des Schirmes vom Mikrometer, von 2 Millimeter bis zu 4 Meter abwechselte. In allen diesen Fällen stimmten die Resultate der Rechnung auf eine sehr genügende Art mit denen der Beobachtung überein, wie man aus der vergleichenden Tafel p. 339 und 543 im 11. Bande der *Annales de chimie et phys.* ersehen kann.

Wenn der Schirm auf einer Seite sich nicht bis ins Unbestimmte auszudehnt, sondern so schmal ist, daß das bis zur Mitte seines Schattens gebeugte Licht noch nicht zu sehr geschwächt wird durch die rasche Abnahme der Intensität, welche die Schiefe der Strahlen erzeugt; so muß man in der Berechnung zugleich die Strahlen von *beiden* Seiten des Schirmes berücksichtigen, und

für jeden Punkt des Schattens die allgemeine Resultante aller Elementarwellen suchen, welche nach diesem hin, die verschiedenen Punkte der beiden an der Rechten und Linken des Schirmes liegenden Theile der ursprünglichen Welle abfenden. Man findet auf diese Art, daß das Innere des Schattens getheilt seyn muß durch eine Reihe dunkler und heller Streifen, deren Breite und verschiedene Lage nahe gleich der ist, die man aus der schon vorhin gegebenen Annäherungsformel für die nämlichen Strahlen ableiten kann, wenn sie von dem Rande des Schattens noch durch einen Zwischenraum von mehreren Streifenbreiten getrennt sind. Wenn aber der Schirm (*corps opaque*) hinreichend schmal ist, und das Mikrometer von diesem weit genug absteht, damit die beobachteten Streifen den äußern Streifen sehr nahe sind, so zeigt sowohl die Rechnung nach der so eben auseinandergesetzten Methode, als auch die Erfahrung, daß diese Formel nicht mehr genau ist. Auch zeigt die Rechnung mit einer merkwürdigen Treue die besonderen Störungen, welche die äußern Streifen in dem Falle erleiden, wenn die andern Streifen zum Schatten hinaustreten und sich gewissermaßen mit ihnen mischen.

Ich habe ferner die Theorie geprüft auf die Streifen, die durch eine schmale Oeffnung von unbestimmter Länge erzeugt werden, indem ich für die verschiedenen von dem Lichtbündel erleuchteten Punkte die Resultante suchte von allen Elementarwellen, die von dem innerhalb der Breite der Oeffnung liegenden Theilen der ursprünglichen Welle ausgehen, und ich habe ebenfalls eine vollkommene Uebereinstimmung zwischen der Rechnung und der Beobachtung gefun-

den, selbst unter Umständen, wo die so erzeugten Streifen das wunderlichste und regelloseste Ansehen befasen.

Hierauf habe ich auch in der Berechnung auf die grössere oder geringere Dicke der Ränder des Schirmes Rücksicht genommen, aber bloß in Bezug auf den Theil der Welle, welcher noch Elementarstrahlen nach dem Punkte senden kann, für welchen die Intensität berechnet wurde; und der Schirm hatte hier keine andere Verrichtung, als einen Theil der Welle aufzufangen. Deshalb ist das Resultat des Calculs unabhängig von der Natur und Masse dieses Körpers, so wie von der Dicke seiner Ränder. Dessenungeachtet, wenn die Oberfläche desselben sehr groß war, dürfte man nicht annehmen, daß die ursprüngliche Welle im Augenblick, wo sie dieselbe verließ; noch keine Veränderung erlitten hätte, sondern man müßte in der Rechnung die kleinen Streifen berücksichtigen, welche schon bei ihrem Vorübergange an den vordern Theilen entstanden seyn würden. Sobald aber die Ränder geringe Dicke, oder im Sinne dieser merkliche Krümmung haben, sind die auf diesem Wege erzeugten Streifen so schmal, daß man sie vernachlässigen, und die ausfahrende Welle, im Augenblick, wo sie den Schirm verläßt, nach ihrer ganzen Ausdehnung als von gleicher Intensität betrachten kann, vor Allem, wenn man die Lichtintensitäten für einen etwas großen Abstand von jenem Körper berechnet. Man darf nicht aus den Augen verlieren, daß unsere Diffractionsformeln, zufolge der Schlüsse, auf welchen sie beruhen, nur dann hinreichend genau sind, wenn dieser Abstand in Bezug auf die Länge einer Licht-

welle sehr beträchtlich ist; dies erlaubt die Strahlen von einer vorwaltenden Schiefe zu vernachlässigen, und alle diejenigen, welche auf eine wirksame Art zum Resultate beitragen, als von gleicher Intensität zu betrachten. Man wird sich dessenungeachtet nicht wundern, daß dieselben Formeln die Lage der Streifen noch bei kleinen Abständen vom Schirm (wenn dessen Ränder nicht sehr dick sind) mit ziemlicher Genauigkeit geben können, wenn man bedenkt, daß die mittlere Länge der Lichtwellen kaum ein Zweitausendtel eines Millimeters beträgt, also zwei oder drei Millimeter schon sehr bedeutende Größen in Bezug auf diese sind.

Wir kommen jetzt zur Betrachtung der drei hauptsächlichsten Arten von Erscheinungen, die die Lichtbeugung darbietet, wenn die Ränder des Schirmes, oder der im Schirme gemachten Oeffnung, hinreichend groß sind, damit ihre Extremitäten keinen Einfluß auf den Theil der Streifen haben, die man untersucht. Alsdann reicht es hin, daß die von der Formel angezeigte Integration, welche die Endresultante (*resultante générale*) aller Elementarwellen giebt, senkrecht auf dem Rand des Schirmes genommen werde, um die Lage und relativen Intensitäten der hellen und dunklen Streifen zu bestimmen. Wenn aber der Schirm und die Oeffnung nach allen Richtungen geringe Ausdehnung haben, so wird es nöthig, zugleich nach zweien Richtungen zu integrieren. Die Resultate dieser Rechnung stimmen ebenfalls vollkommen mit den Beobachtungen überein; ich werde darüber zwei merkwürdige Beispiele anführen.

Wenn der Schirm kreisrund ist, so führt die Rechnung zu dem sonderbaren Resultat, daß der Mittelpunkt seines Schattens eben so erhellt ist, als wenn der Schirm nicht vorhanden wäre. Hr. Poisson war es, der mich auf diese sich aus meinen Formeln ergebende Folge aufmerksam machte, die ich zuvor übersehen hatte, obgleich sie sich unmittelbar aus der Theorie durch sehr einfache geometrische Betrachtungen ableiten ließe. Hr. Arago hat sie verificirt mit dem Schatten von einem Schirm, der 2 Millimeter Durchmesser hatte, vollkommen rund, und auf einer Glasplatte von parallelen Flächen befestigt war. Das Resultat des Versuches hat vollkommen die von der Theorie im Voraus angezeigte Thatfache bestätigt. Es ist von dem Schatten nur der Mittelpunkt selbst, welcher diese Eigenschaft besitzt, und die nämliche Helligkeit (*clarté*) breitet sich von diesem mathematischen Punkt nur dann auf einen merklichen Abstand aus, wenn der Schirm einen kleinen Durchmesser besitzt und man seinen Schatten in einem ziemlich großen Abstand beobachtet. Je breiter nämlich dieser Schirm ist, um desto kleiner wird der helle Kreis, und wenn der erstere nur einen Centimeter in Durchmesser hält, sieht man nichts mehr als einen leuchtenden Punkt, selbst dann, wenn man von dem Schirm um einen Meter entfernt ist und sich einer sehr starken Loupe bedient. Es ist zu merken, daß wenn der Schirm sehr groß ist, die Schlüsse, welche wir zu Aufstellung unserer Formeln gemacht haben, nicht mehr auf die nach der Mitte des Schattens gebeugten Strahlen anwendbar sind, weil diese eine zu beträchtliche Neigung besitzen, als daß es erlaubt wäre, die Elementarwellen,

welche sie dahin führen, von gleicher Intensität mit denen der direkten Strahlen zu betrachten.

Wenn man, nach denselben Formeln, die Lichtintensität in der Mitte der Projection einer kreisförmigen in einem großen Schirme gemachten Oeffnung berechnet, so findet man, daß der Mittelpunkt dieser Projection abwechselnd einen hellen und einen dunklen Punkt darbieten muß, je nach dem Abstand von der Oeffnung, in welchem man den Schatten auffängt, auch daß die *Minima* fast gänzlich Null seyn müssen in einem homogenen Lichte. Diese neue Folgerung aus den allgemeinen Formeln kann aus der Theorie durch einfache geometrische Betrachtung abgeleitet werden. Man findet so für die folgweisen Abstände, bei welchen der Mittelpunkt des Schattens völlig dunkel wird, die Werthe:

$$b = \frac{ar^2}{2ad - r^2} ; \quad b = \frac{ar^2}{4ad - r^2} ; \quad b = \frac{ar^2}{8ad - r^2}$$

worin r den Radius oder Halbmesser der Oeffnung, a und b die Abstände dieser vom leuchtenden Punkt und vom Mikrometer, und d die Undulationslänge des angewandten Lichtes bezeichnet. Bringt man nun das Mikrometer in die von der Formel vorgeschriebenen Abstände, so beobachtet man, daß in der That der Mittelpunkt der Oeffnung dergestalt des Lichtes beraubt ist, daß er wie ein Dintefleck mitten auf dem erleuchtetem Theile erscheint, zum wenigsten in den *Minima* der drei ersten Ordnungen, die von den so eben angeführten Formeln nachgewiesen werden; die der folgenden Ordnungen, die dem Schirme näher stehen, bieten wegen Mangel an Homogeneität in dem angewandten Lichte keinen so dunklen Fleck dar.

Es giebt noch eine Menge anderer Diffractionserrscheinungen, als z. B. die vervielfältigten und gefärbten von geritzten Flächen reflectirten Bilder, oder die, welche man durch ein feines Gewebe erblickt, eben so wie die farbigen Ringe, erzeugt durch eine regellose Anhäufung sehr feiner Fäden oder kleiner Körpertheilchen, von fast gleicher Gröfse, die zwischen dem Auge des Beobachters und dem leuchtenden Gegenstand gelagert sind — welche alle mittelst der so eben auseinandergesetzten Theorie sich erklären und streng berechnen lassen. Es würde zu weit führen sie hier zu beschreiben, und nachzuweisen, wie sie neue Bestätigungen von jener sind. Wir glauben überdies, dafs die Theorie durch die zahlreichen und verschiedenartigen Versuche, von denen wir sprachen, hinreichend bewiesen ist und werden diesen Auszug der Abhandlung über die Diffraction mit der ausführlichen Beschreibung eines wichtigen Versuches von Hrn. Arago beschliessen, der ein Mittel giebt, die kleinsten Unterschiede im Brechungsvermögen der Körper mit einer fast unbestimmbaren Genauigkeit zu messen.

Wir haben gesehen, dafs die Streifen, welche von zwei sehr feinen Schlitten erzeugt werden, stets auf eine symmetrische Art in Bezug auf diejenige Ebene gelagert sind, die durch den leuchtenden Punkt und durch die Mitte des Zwischenraums zwischen beiden Schlitten geht, so lange als die beiden sich interferirenden Lichtbündel das nämliche Mittel, z. B. Luft, durchdrungen haben, wie dies bei der gewöhnlichen Anordnung des Apparates der Fall ist. Dies findet aber nicht mehr Statt, wenn, während der eine

Bündel durch Luft hindurchgeht, der andere auf seinem Wege einen Körper von größerem Brechungsvermögen begegnet, z. B. ein Blättchen von Glimmer oder geblasenem Glase. Alsdann sind die Streifen verschoben und zwar nach der Seite des Bündels hin, der das durchsichtige Blättchen durchdrungen hat; ja sobald dieses Blättchen ein wenig dick ist, gehen sie gar zum erleuchteten Felde hinaus und verschwinden ganz. Dieser wichtige Versuch, welchen man Hrn. Arago verdankt, läßt sich gleichfalls mit den Apparat der beiden Spiegel anstellen, wenn man das dünne Blättchen einem der Bündel in den Weg stellt, vor oder nach seiner Reflexion.

Wir wollen jetzt sehen, welche Folgerung sich aus dieser merkwürdigen Thatfache mittelst des Principes der Interferenzen ableiten läßt. Die Mitte des mittleren Streifens rührt, wie wir schon bemerkt haben, beständig von der gleichzeitigen Ankunft zweier zur selben Zeit von dem Lichtpunkte abgegangenen Strahlen her. In dem gewöhnlichen Falle, wo sie das nämliche Mittel durchdrungen haben, müssen sie also genau gleiche Wege durchlaufen, damit sie zu gleicher Zeit in dem Punkte ihres Zusammentreffens anlangen. Man begreift aber, daß wenn sie Mittel durchdringen, in welchen sich das Licht nicht mit gleicher Geschwindigkeit fortpflanzt, derjenige Lichtbündel, welcher langsamer geht, später anlangen wird in diesem Punkt, welcher folglich nicht mehr die Mitte des mittleren Streifens seyn wird. Dieser mittlere Streifen muß sich also nothwendig nach dem Bündel hinbegeben, der langsamer fortgegangen ist, so daß die geringere Länge seiner Bahn die Verzögerung

compensirt, welche er auf seinem Gange erlitten hat; umgekehrt, wenn die Streifen von der Rechten nach der Linken hin versetzt sind, darf man schliessen, daß der Lichtbündel, nach Seite dessen sie vorgerückt sind, in seinem Laufe verzögert worden ist. Mithin ist die natürliche Schlussfolge aus dem erwähnten Versuche des Hrn. Arago, daß das Licht sich schneller in der Luft fortpflanzt, wie in Glimmer oder Glas oder im Allgemeinen in andern dichten Körpern von größerem Brechungsvermögen als die Luft. Dieses Resultat ist schnurstraks der Erklärung zuwider, die Newton über die Refraction gegeben hat, als derselbe annahm, die Lichtmolekel würden von den dichteren Körpern stark angezogen, denn daraus folgt, daß die Geschwindigkeit des Lichtes in diesen Körpern größer ist, als in lockeren Mitteln *).

- *) Hr. Arago hat im Jahre 1816 in Gemeinschaft mit dem seit 1820 verstorbenen Petit noch auf einen andern Punkt in der Newton'schen Refractionstheorie aufmerksam gemacht, der nach eigens dazu angestellten Versuchen mit der Erfahrung nicht übereinstimmt. Bei Erklärung der Refraction durch eine von dem brechenden Körper auf die Lichttheilchen ausgeübte Anziehung wird nämlich von Newton angenommen, und es ist die natürlichste Annahme, die sich hiebei machen läßt, daß die Summe der attractiven Kräfte, welche ein und dasselbe Mittel ausübt, der Dichtigkeit desselben proportional ist. Diesemach muß die (specifische) Brechkraft oder der analytische Ausdruck: $\frac{i^2 - 1}{d}$ (worin i das Verhältniß des Sinus vom Einfallswinkel zu dem vom Brechungswinkel, und d die Dichte des brechenden Mittels bezeichnet) unabhängig seyn von der Dichte dieses Mittels. Die Hrn. A. u. P. haben sich aber überzeugt, daß dies nicht der Fall ist. Denn als sie das Brechungsverhältniß des Schwefelkohlenstoffs, des Schwefel- und

Dieser Versuch giebt einen Weg an, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes in verschiedenen Mitteln zu vergleichen. Denn gesetzt man hätte, mittelst eines Sphärometers, die Dicke der in der Bahn des einen Lichtbündels aufgestellten Glasplatte gemessen, gleichwie mittelst des Mikrometers die Ortsveränderung der Streifen; so kann man, da man weiß, daß vor der Zwischensetzung jener Glasplatte die durchlaufenen Wege für die Mitte des mittleren Streifens gleich waren, mittelst der Rechnung bestimmen, wie viel diese Wege für die neue Lage des Streifens in Länge verschieden sind. Dieser Unterschied wird die Verzögerung seyn, welche das Licht in der Glasplatte erlitt. Da nun die Dicke dieser Platte bekannt ist, so

Salzäthera, bei flüssigem und gasigem Zustande dieser Körper, bestimmten und darnach die obige GröÙe für jeden Körper berechneten, fanden sie dieselbe veränderlich, nämlich mit der Dichte abnehmend. So z. B. betrug die absolute Brechkraft, in Bezug auf die der Luft, beim Schwefelkohlenstoff im flüssigen Zustande = 3, und im gasförmigen Zustande = 2. Sie waren indess nicht im Stande, das Gesetz dieser Veränderungen in Bezug auf die der Dichte auszumitteln, indem es nur wenige Stoffe giebt, die unter jenen beiden Aggregatzuständen eine genaue Messung zulassen. Sie überzeugten sich ferner durch Versuche, daß das (specifische) Brechungsvermögen eines zusammengesetzten Gases ebenfalls nicht gleich ist der Summe der Produkte aus dem Brechungsvermögen in die Gewichtsmengen der einzelnen gasförmigen Bestandtheile. Ein Gesetz, welches sich früherhin aus dem von Hrn. Arago und Biot gemeinschaftlich betriebenen Versuchen zu ergeben schien (Gilb. 26. p. 95).

Endlich fanden sie auch, daß die Dispersivkraft (die Farben zerstruende Kraft) oder der Unterschied zwischen den (specifischen) Brechungskräften der Endfarben im Spectrum, bei ei-

wird man, wenn man dieselbe dem berechneten Unterschied hinzufügt, den kleinen Weg erhalten, welchen der zweite Lichtbündel in der Luft durchlief, während der erstere das Glasplättchen durchdrang, und dieser Weg, verglichen mit der Dicke des Glasplättchens, giebt das Verhältniß der Geschwindigkeit des Lichtes in Luft, zu der Geschwindigkeit desselben in Glas.

Man kann diese Aufgabe noch unter einem andern Gesichtspunkt betrachten, mit dem es gut ist sich vertraut zu machen. Die *Dauer* einer jeden Undulation hängt keinesweges, wie wir gesehen haben, von der grösseren oder geringeren Geschwindigkeit ab, mit welcher die Erschütterung sich in dem Fluidum fortpflanzt, sondern einzig von der Dauer der vollständigen Oscillation, durch welche diese Welle entstand. Wenn also die Lichtwellen von einem Mittel in ein

nem und dem nämlichen Mittel mit der Dichte desselben abnimmt. Sie glaubten auch bemerkt zu haben, daß für das nämliche Mittel die Dispersivkraft in einem grösseren Verhältniß mit der Dichte abnehme, als die Brechkraft der mittleren Strahlen; oder in anderen Worten, daß: $\frac{i^2 - 1}{d}$ nicht bloß für dieselbe Strahlengattung veränderlich sey, sondern auch für jede derselben nach einem verschiedenen Gesetze. Für den Schwefelkohlenstoff im flüssigen Zustande fanden sie das Verhältniß der Dispersivkraft zur Brechkraft = 0,14; für denselben Körper im gasförmigen Zustande betrug dies Verhältniß zum wenigstens nur = 0,08.

Es ist indess meines Wissens über diese Versuche nichts mehr als eine Notiz im 1ten Band der Annal. de Chim. et Ph. S. 1 bekannt geworden, und aus dieser habe ich das Gegenwärtige ausgehoben. P.

anderes übergehen, in welchem sie sich langsamer fortpflanzen, so wird jede Undulation stets in demselben Zeitraum vollführt, wie zuvor, und die größere Dichte des zweiten Mittels hat keinen andern Einfluß, als die *Länge* der Undulation zu verringern, nach demselben Verhältnisse, nach welchem sie die Geschwindigkeit des Lichtes verzögert. Die Undulationslänge ist nämlich dem Raume gleich, welchen die erste Erschütterung während der Dauer der ersten vollständigen Oscillation durchläuft. Man kann also die relativen Geschwindigkeiten des Lichtes in verschiedenen Mitteln berechnen, wenn man die Undulationslängen einer und derselben Strahlengattung in diesen Mitteln mit einander vergleicht. Dieses angenommen, wird die Mitte des mittleren Streifens erzeugt durch die Vereinigung der Strahlen beider Lichtbündel, welche, vom leuchtenden Punkte ab, die nämliche Anzahl von Undulationen enthalten, wie auch übrigen die Natur der von diesen Strahlen durchlaufenen Mittel beschaffen seyn mag. Daß also der mittlere Streifen sich auf Seite des Lichtbündels biegt, der die Glasplatte durchdrungen hat, geschieht deshalb, weil die Undulationen des Lichtes im Glase kürzer sind, wie in der Luft; und es ist also nothwendig, daß die durchlaufenen Wege auf dieser Seite kürzer seyen, damit die Anzahl der Undulationen auf beiden Seiten gleich werde. Laßt uns jetzt annehmen, daß der mittlere Streifen z. B. um zwanzig Streifenbreiten verschoben worden sey, d. h. um das Zwanzigfache des Raumes zwischen den Mitten zweier aufeinander folgender dunkler Streifen. Daraus muß man schließen, daß der Lichtbündel, der die zwischengesetzte Glasplatte durchdrungen

hatte, in seinem Gang um zwanzig Undulationen verzögert wurde; oder mit andern Worten, daß der Lichtbündel in dieser Platte zwanzig Undulationen mehr vollführte als der andere, in einer Luftschicht von gleicher Dicke; indem eine jede Streifenbreite dem Unterschiede von einer Undulation entspricht. Wenn man also die Dicke dieser Platte und die Undulationslänge des angewandten Lichtes kennt (welche letztere mittelst der von mir gegebenen Formel sich leicht aus Messung der Streifen ableiten läßt), so wird man die Anzahl der in der nämlichen Dicke der Luft vollführten Undulationen berechnen können; und wenn man zwanzig zu dieser Zahl hinzufügt, so wird man die der Undulationen erhalten, welche in der Dicke der Glasplatte vollführt wurden. Das Verhältniß beider Zahlen giebt die Geschwindigkeiten des Lichtes in beiden Mitteln. Nun findet man es gleich dem Verhältnisse des Sinus vom Einfallswinkel zu dem vom Reflexionswinkel, für den Uebergang des Lichtes von Luft in Glas, und dies stimmt mit der Erklärung der Refraction nach der Wellentheorie überein, wie wir späterhin sehen werden *).

Das so eben angezeigte Verfahren bietet große Schwierigkeiten dar, wenn man das Brechungsvermögen eines viel dichteren Körpers als Luft, z. B. das des Wassers oder Glases bestimmen will, weil man von

*) Man kann umgekehrt, durch den nämlichen Versuch, mit einer großen Genauigkeit die Dicke einer dünnen Platte bestimmen, wenn das Brechungsvermögen des Körpers bekannt ist, von dem sie genommen ward; man stellt die Platte einem der Lichtbündel senkrecht gegen seine Richtung in den Weg und mißt die Ortsverrückung der Streifen.

diesen Körpern ein sehr dünnes Blättchen anwenden müßte, damit die Streifen nicht gänzlich zum gemeinschaftlichen Felde beider Lichtbündel hinaustreten, und weil es schwierig ist, die Dicke solcher Blättchen mit erforderlicher Genauigkeit zu messen. Zwar kann man in der Bahn des einen Lichtbündels eine dicke Platte von einer durchsichtigen Substanz anbringen, deren Brechungsverhältniß durch die gewöhnlichen Mittel schon sehr genau bestimmt ist, was erlauben würde, auch von dem neuen Körper eine dicke Platte anzuwenden; allein alsdann wird es einfacher, das Brechungsvermögen dieses durch das gewöhnliche Verfahren zu messen.

Der Fall, in welchem das aus dem Versuche des Hrn. Arago abgeleitete Verfahren vor dem directen große Vorzüge hat, ist der, wenn es sich darum handelt, geringe Unterschiede an der Geschwindigkeit des Lichtes in Mitteln zu bestimmen, die fast gleiches Brechungsvermögen besitzen; denn durch Verlängerung der Bahn des Lichtes in den beiden Mitteln, deren Brechungsvermögen man mit einander vergleicht, kann man die Genauigkeit der Resultate fast ins Unbestimmbare vergrößern. Um sich eine Vorstellung von dem hohen Grad der Genauigkeit zu machen, der durch diese Messungen zu erlangen möglich ist, reicht es hin zu bemerken, daß es, weil die Undulationslänge des gelben Lichtes in Luft $0,000055$ beträgt, von diesen zwei Millionen auf einer Länge von $1,1$ Meter giebt *). Nun ist es sehr leicht, noch einen

*) Ich nehme die Undulationslänge der gelben Strahlen, weil sie die leuchtendsten im Spectrum sind, und deren dunkle und helle Streifen folglich mit den dunkelsten und hellsten

Unterschied von einem Fünftel eines Streifens wahrzunehmen, was einer Verzögerung oder einer Beschleunigung von einem Fünftel einer Undulation im Laufe des Lichtes entspricht, und da es zwei Millionen dieser Undulationen auf 1,1 Meter giebt, so wird der fünfte Theil einer Undulation nur der zehnmillionte Theil dieser Länge seyn. Man wird also durch Einführung eines Gases oder Dampfes in ein durch zwei Glasplatten verschlossenes Glasrohr von dieser Länge, bis auf ein Zehnmilliontel die Veränderungen in deren Brechungsvermögen bestimmen können. Mit einem ähnlichen Apparate haben Hr. Arago und ich den Unterschied zwischen der Refraction der trocknen und der bei 30° C. mit Feuchtigkeit gesättigten Luft gemessen, welcher so gering ist, daß er sich jedem andern Beobachtungsmittel entzieht, weil das größere Brechungsvermögen des Wasserdampfes, fast genau die geringere Dichte der feuchten Luft compensirt. In den meisten Fällen erzeugt indess das schwächste Gemenge eines Dampfes oder Gases mit einem andern eine beträchtliche Ortsverrückung der Streifen, und wenn man eine Reihe Versuche dieser Art mit Sorgfalt gemacht hätte, so könnte dieser Apparat ein vortreffliches Instrument für die chemische Analyse abgeben.

Punkten derjenigen Streifen zusammenfallen, die vom weißen Lichte erzeugt werden; gewöhnlich wendet man das letztere zu dieser Art von Versuchen an, sowohl wegen seines überwiegenden Glanzes, als auch wegen des mehr hervorstechenden Charakters, welchen es dem mittleren Streifen giebt, bei welchem es wesentlich ist sich nicht zu irren.

(Fortsetzung folgt.)

HALLE,

DR. DR. WINCKLER.

Zeit der Beob.	H.	Haar Hygr. bei +10° R.	Wind	Wetter	Thermometrograph			Wasser- Stand der Saale	Uebersicht d. Witterung	
					Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags		Tags	Nacht
8 3	5	79.05	SW. 3	tr lein Rg	1	+ 1.0	+ 10.0	4 6	heiter	3
12		71.0	SW. 4	trüb	2	2.5	13.5	4 6	schön	8
2		66.7	waw. 3	schön	3	2.5	14.0	4 3	verm	14
6		69.6	waw. 3	trb Rg	4	1.5	14.9	4 6	trüb	7
10		70.5	waw. 3	heiter	5	1.9	18.2	4 6	Nebel	9
					6	3.3	20.1	4 5.5	Duft	11
8		66.4	SW. 1	sch Mgrth	7	4.6	17.5	4 5	Regen	1
12		59.3	SW. 4	verm	8	6.9	14.4	4 6	Hagel	1
2		62.0	SW. 3	trüb	9	5.5	18.0	4 1.5	windig	5
6		71.8	waw. 1	vr Abtrh	10	8.9	16.4	4 1.5	stürmisch	8
10		75.4	SW. 3	verm	11	10.8	14.0	6 1.5		
					12	9.0	15.9	4 1		
8		70.6	waw. 1	trb Mgrth	13	4.5	16.4	4 1		
12		60.9	waw. 3	trüb	14	4.4	16.7	4 1.5	Nachte	
2		66.1	W. 1	tr Rg Hgl	15	6.2	15.5	4 3	heiter	11
6		60.0	waw. 1	trb Rgtrpl	16	4.6	11.5	4 5	schön	7
10		74.5	NW. 1	schön	17	4.4	15.1	4 5	verm	3
				Regen	18	5.0	9.2	4 4	trüb	10
8		76.5	waw. 1	trb Rg	19	4.4	9.8	4 4	Nebel	1
12		76.1	waw. 6	trb Rg	20	3.4	9.7	4 5	Regen	3
2		81.0	W. 3	trb Rg.	21	1.1	7.2	4 4	windig	6
6		82.4	NW. 5	verm	22	+ 1.0	7.2	4 9	stürmisch	2
10		74.6	waw. 2	verm	23	- 1.5	6.7	4 9		
				fern	24	+ 3.0	6.4	4 10.5		
8		79.6	waw. 1	trüb Nbl	25	2.5	8.8	4 10		
12		78.5	waw. 1	tr Sprhrg	26	1.1	5.6	4 10		
2		86.1	SW. 1	tr Sprhrg	27	0.6	5.5	3 0		
6		79.4	SW. 1	trb Rg	28	1.0	7.5	5 1		
10		75.2	waw. 1	trüb	29	3.4	9.0	5 0	Mgrth	14
					30	6.0	9.8	4 8	Abtrh	17
8		84.5	waw. 2	vr Mgrth	31	+ 5.2	8.8	5 1		
12		76.8	W. 3	trüb	Sma	+ 116.8	+ 367.2	159' 6"		
2		84.9	SW. 3	verm	Mittl	+ 3.77	+ 11.8	4.6		
6		79.9	SW. 4	trüb						
10		70.1	SW. 4	trüb						
					Min.	- 1.05	Max. + 20.01			
8		74.6	SW. 2	vr Mgrth						
12		86.0	waw. 2	verm						
2		80.8	W. 3	vr chw Rg						
6		75.7	waw. 3	trb Rgtrpl						
10		78.5	SW. 4	sch Sturm						
8		80.9	1555.00	SO	Mittl	554.972	SW	+ 8.022	SW	70.009
12		81.2	5131.15	SW						
2		81.5	685.87	NO	Max.	540.506	SW	+ 17.5	SW	93.60
6		81.4	513.97	waw	Min.	520.568	S	- 0.6	W	39.08
10		83.5	10504.60	S	Vrand	19.758		18.01		54.52

bel. und oben heiter. Am 20. gleiche Decke, wird nach Reg. von 12 um 2, wolkig, ist Abds etwas geöffnet, später aber gleichf. Am 21. ke sendert sich Vormittags, zeigt Mittags blaue Stellen, modifiziert tags in große Cirr. Str. Massen und unten treten Cum. auf; Abds f. heiterm Grunde und später nur der W-Horizont belegt, sonst heiter. Tags Cirr. Str. auf heit. Grunde und unten Cum.; von Abds ab, was neblig. Am 23. Nachts stark Frost, 2^{te} stark Eis; früh oben und sonst heiter.; Mittags wolkig, bald gleiche Decke; von 5 bis in die Reg. Am 24. Nachts und von 7 bis 11 Reg., dann wird gleiche Decke — Abds in der Windgegend licht; Nachmittags einz. Regtropf. Am 25. e, früh fein Reg.; Mittags wolkig; Nachmittags modif. sie sich in Cirr. den zeigen sich Cum.; mit Reg. von 2½ bis 3 U. kommt wolk. Bed., a auflöst; Spt-Abds heitr. Heute der Mond in der Erdferne. Am 26. noch herauf Cirr. Str. und oben heitr; Mtags NO-Hälfte düster bed., SO- seit. Grde viel Cirr. Str., unten Cum., Nachmittags wolkig bed.; Abds hte Stellen und Spät-Abds gleiche Decke mit lichtem SW-Horiz. ds der Vollmond.

Am 27. wolk. Bed.; früh der W-Horiz. offen, um 1 ein kurzer rf von 2 bis 4 und ½ 4 etws Hagel; Spt-Abds rings bel., in O hoch, r. auf heit. Grde. Am 28. bis 5½ U. seit Nachts bei gleich. Decke Reg., ch die Decke in Cirr. Str. die oben über heit. Grund ziehen. Am 29. als wolkig bed.; früh Nebl, Tags, bisweil. unterbrochen, Sprühreg. m 30. Morg. auf heit. Grunde Cirrus, drunterhin lockere Cirr. Str., bel.; Mittags bed. Cirr. Str. unten ganz, oben meist, Nachmittags O bel., oben Cirr. Cum. nach W hin in gefond. Cirr. Str. übergehend, von che Decke. Am 31. NW früh heitr, SO und rings belegt, Tags über r. meist; um 2 zieht vor dem Winde Nimbus mit etws Reg. herüber; olk. bed. einige lichte Stellen; um ½ 6 bei heftigem Sturm ein stark. g-Abds herrscht wolk. Decke.

3 Monats: eine Frost-Nacht ausgenommen, warm; zweite Hälfte t herrschenden SW-Winden. Ausgezeichnet ist tiefer und hoher Ba-

angedeutete. Rheumatisch-gastrische Fieber, katarrhalische Brust- krankheiten. Scharlach hat sich ganz verloren und Keichhusten ist kung fortgepflanzt wurde. Die Zahl der Krankheiten nahm über-

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1825, FIFFTES STÜCK.

I.

III. *Geognostische Bemerkungen über die Plattform des Paradiesberges, über Hörtekollen, Sölvbjerg und Vettakollen;*

von

M. KEILHAU *).

Gjellebäcks Marmor tritt auf der Plattform des *Paradiesberges* unter ganz ähnlichen Verhältnissen auf, wie jene krySTALLINISCH-körnigen Kalksteine, welche uns die Gegend von *Brevig* und die Umgebungen des *Sandefjordes* kennen lehrten. Die zunächst mit ihm verknüpften Glieder sind dieselben dichten, dickschieferigen oder geschichteten Gesteine, welche aus Kalk Kiesel und Thon in schwankenden Verhältnissen bestehen, und dadurch ausgezeichnet sind, daß sie sehr gern Granat in ihre Masse aufnehmen. Auch hier ist es oft möglich, sie durch Uebergänge bis in den reinsten grobkörnigsten Kalkstein zu verfolgen, wiewohl sie noch häufiger bei scharf ausgeprägter Verschiedenheit ihres Wesens unmittelbar an den Marmor ansto-

*) Fortsetzung der im Octoberheft mitgetheilten Bemerkungen.

seen, wodurch die Combinationsverhältnisse sehr deutlich in die Augen fallen.

Reiner Granat muß wohl als das vom Marmor am weitesten entfernte Glied in der Uebergangsreihe der Kieselgebilde betrachtet werden; er kommt in der Form von unbestimmt gestalteten Massen, von Nestern und Drusen innerhalb des Marmors vor. Etwas regelmäßigere Verhältnisse finden zwischen dem Marmor und denjenigen Gliedern Statt, in welchen der Granat nur eingemengt oder ganz zurückgedrängt ist; sie sind zweierlei Art; entweder wechseln die kieselhaltigen Gesteine lagenartig mit dem körnigen Kalke, so daß die Parallelmassen beider dieselbe Lage behaupten; oder die respektiven Parallelmassen haben eine divergente Lage, so daß jene des Marmors von denen der Kieselgesteine durchsetzt werden. Im ersteren Falle ist das Verhältniß ganz das gewöhnliche und übereinstimmend mit dem, wie es z. B. in Fig. 1 Tab. III dargestellt ist; allein zu dem zweiten Falle haben wir bisher keinen Pendant gefunden. Der Kieselkalk und die Granatbildungen ziehen sich aus dem körnigem Kalksteine zurück, und versammeln sich in einer selbstständigen Masse außerhalb des Marmors; dabei verändern sowohl dieser als jene ihr Einschließen, welches sie früher gemeinschaftlich hatten, so lange sie noch schichtenweis abwechselten. Die mächtigen Parallelmassen des Marmors weichen nach der einen, die Parallelmassen des Granat-Kieselkalkes nach der andern Seite ab, und aus dem gemeinschaftlichen Parallelen-Systeme gehen zwei verschiedene Systeme hervor, welche sich da, wo sie zusammentreffen, gegenseitig durchschneiden. Die Schichten des Marmors fallen

gewöhnlich unter weniger als 10° in NO, die des Granat-Kieselkalkes 30° — 80° in N und NW, so daß die Streichungslinien bis 90° , und die Neigungslinien mehr als 70° divergiren können.

Beim Zusammentreffen sieht man, wie erst einzelne dünne Parallelmassen des Kieselkalkes mit der erwähnten Divergenz in den Marmor eindringen; die Zwischenräume werden allmählig kleiner, und der dieselbe ausfüllende Marmor verliert seine eigenthümliche Lagerstructur, indem er durch diese seine Unterordnung unter die kieselhaltigen Gesteine gleichsam genöthigt ist, seine eigne Masse ihrer Structur zu accommodiren; endlich verschwindet er gänzlich und es bleibt nur eine Abwechslung von mehr oder weniger granatreichen Kalkkiefelschichten mit Streifen und Bändern von verschiedenen Nüancen des Kieselkalkes zurück. Dieser Conflict zwischen den divergirenden Parallelsystemen ereignet sich in einer Gränz-Zone, deren Breite ungefähr um ein Meter schwankt.

Der Marmor befindet sich mit keinen andern als den hier erwähnten Gesteinen in unmittelbarer Berührung; allein die Verknüpfung mit diesen ist von einer solchen Beschaffenheit, daß ihre Verhältnisse (*Connexionen*) auch als die des Marmors betrachtet werden müssen; eine Behauptung, welche in den Uebergängen und in dem Wesen des Conflictes hinlänglich begründet zu seyn scheint, und eigentlich dahin ausgedehnt werden muß, daß der Marmor sowohl als der Granat-Kieselkalk nur als untergeordnete Theile eines großen Kalkterrains zu beurtheilen sind.

Dieses Kalkterrain wird am Paradiesberge und weiterhin gegen S und W von Granit begrenzt. Zwi-

sehen der Granitgränze und dem reinen Kalko läuft eine Zone von ungefähr 50 Meter Breite hin, welche von den Granat- und Kieselkalk-Gebilden eingenommen wird, die wir im Folgenden der Kürze halber *harte Schiefer* nennen wollen.

Der Contact des Granites mit diesen Schiefeln zeigt uns jenes Ineinandergreifen und jene Massenverflechtung, von welchen bereits mehrere Beispiele angeführt wurden, und welche uns im Zweifel über das wahre Lagerungsverhältniß lassen, weil die Massen im Einzelnen bald aufliegend, bald anlehnend, bald unterteufend erscheinen. Ueberall, wo die Gränze hinreichend entblößt ist, sieht man entweder den Granit hervorspringen und die Ausgehenden der Schiefer bedecken, oder Stücke des Schieferterrains auf den Granit aufgesetzt und angeheftet. Dieser letztere mag übrigens übergreifend oder unterteufend erscheinen, so streckt er überall in die Schiefer eine Menge von kleineren Granitpartien, welche bald als kurze, schnell ausgekeilte Lager zwischen den Structurparallelen hinlaufen, bald gangartig dieselben in allen Richtungen durchsetzen. Außerdem füllt sich der Schiefer mit verschiedentlich gestalteten, anscheinend ganz isolirten Adern, Klüften und scharfkantigen Stücken von Granit. In etwas geringerer Frequenz und unter massiveren Formen kommen auch Theile des Schieferterrains im Granit eingewachsen vor, und die Combination ist nicht selten, von der Art, daß man hier und da Conglomerate zu sehen glaubt, in welchen bald Granit, bald Schiefermasse als das Bindemittel zu betrachten ist.

Indessen zeigen sich öfters Punkte, wo die eine Bildung in die andre verläuft, und die gewöhnliche,

scharf markirte Gränze durch einen wirklichen Uebergang aufgehoben wird. Der Granit nimmt in Stücken, wo er noch deutlich als solcher charakterisirt ist, zwischen seinem Feldspath, Quarz und Glimmer dieselben Granaten auf, welche in den angränzenden Schiefen so häufig sind.

Es läßt sich unter solchen Umständen leicht begreifen, daß die Gränze keine gerade Linie bilden könne; jedoch kann sie auf eine gewisse Hauptrichtung reducirt werden, mit welcher das Streichen der harten Schiefer im Ganzen gleichlaufend ist. Die Schiefer-schichten fallen ungefähr 40° vom Granite weg; sie sind vollkommen ebene, unverbogene Parallelmassen, deren Lage durch die mannichfaltig wechselnden Modificationen des Contactes eben so wenig gestört wird, als sie irgend eine ursprüngliche Abhängigkeit von den Begränzungsformen des nachbarlichen Granites wahrnehmen läßt. Die Richtung des Einschießens kann solchergestalt keinen zureichenden Grund abgeben, den Granit als die Basis des Kalkterrains zu betrachten. Fig. 7 und 8 Tab. III sind Ansichten von zwei senkrechten Klippenwänden auf der Gränz-Zone, in welchen die angeführten Verhältnisse größtentheils anschaulich sind; der Granit ist roth, der Schiefer grün illuminirt *).

Außer einigen Grünsteingängen kommen sowohl im Marmor als in den harten Schiefen einige porphyrtartige und hornsteinartige Gangmassen von 1 — 2 Meter Mächtigkeit vor, welche gegen den Granit in einer

*) Von andern Puncten derselben Gränz-Zone hat Naumann ähnliche Darstellungen gegeben; Beiträge zur Kenntniß Norwegens. Th. I. A. d. V.

auf die Hauptrichtung der Gränze mehr oder weniger rechtwinkligen Richtung hinstreichen. Ob sie in einer unmittelbaren Verknüpfung mit dem Granite stehen, darüber gestattete die Bedeckung von Damm-erde und Vegetation bis jetzt keine Beobachtungen; allein so viel ist gewiss, dass sie in ihren Verhältnissen sehr mit den Basaltgängen auf den Inseln des *Langesundsffjordes* übereinstimmen, und zumal an jene Combinationen erinnern, welche Tab. III Fig. 6 dargestellt sind. Sollte sich diese Analogie wirklich bestätigen, so würde sich darin vermuthlich ein neues Band zwischen Granit und Kalk offenbaren.

Das große Kalkterrain, an welches sich *Gjellebæcks* Marmor anschliesst, setzt gegen Norden durch das *Lierthal* und *Syilling* fort. Dort findet man die Granitgränze wieder beim Gehöft *Hörte*, und zugleich dieselben harten Schiefer, aus welchen sich der Kalk mehr oder weniger zurückzieht; auch Granat zeigt sich wieder, nur nicht so häufig, wie auf der Plattform des Paradiesberges; dagegen ist der Kieselgehalt oft in der Form selbstständiger Hornsteinlager entwickelt *). Wenn die Terraingränze dieselbe ist wie am Paradiesberge, so kann sie wohl kein von den oben geschilderten Erscheinungen wesentlich verschiedenes Phäno-

*) „Nahe an Holsfjords Ende und nicht weit über Hörtegaard wechselt der Kalkstein mit schwarzem *Kiefelschiefer*, mit schwarzem *Hornstein*, mit einzelnen Lagen von weissem musch-
ligen *Hornstein* und mit dickschlefrigem Thonschiefer in dünnen auf einander folgenden Schichten.“ v. Buch.

men aufweisen; dessenungeachtet aber ist die Untersuchung mehrerer, zumal weit von einander entlegener Punkte der Gränze von Wichtigkeit, da es ein Hauptzug in dem Charakter dieser Combinationsweise zu seyn scheint, die speciellen Verhältnisse in immer veränderten und sehr verschiedenartigen Formen zu wiederholen.

Hörte liegt am Fusse eines hohen und ungewöhnlich steilen Berges, welcher *Hörtekollen* genannt wird. Sein oberster und steilster Theil wird, wenigstens auf der südöstlichen Seite, von Schieferen gebildet, welche sich ungefähr 50° nach S und O senken, und in ihrem Streichen nach der Rundung der Kuppe zu biegen scheinen, gleichsam als wäre ihre Lage durch eine in der Kuppe verborgene konische Masse bestimmt worden. Da der obere Theil des Berges steiler ist als die Neigung der Parallelmassen, so tritt der ungewöhnliche Fall ein, daß die Schichten sowohl in der Höhe als in der Tiefe durchbrochen sind, und daß es folglich für jede ein oberes und ein unteres Ausgehendes giebt. Unter den letzteren kommt der Granit zum Vorschein, welcher die tiefere und weniger steile Zone des Bergabhanges einnimmt. Die Contactfläche erstreckt sich aufwärts unter die Schiefer und ist, wenn auch nicht überall, doch größtentheils den aufliegenden Schichten parallel, so daß diese in der That mantelförmig die Granitmasse einzuhüllen scheinen.

Diese Vorstellungsweise erhält noch mehr Bestärkung, wenn man eine Stelle auf der südlichen Seite beobachtet, wo ein großes Stück der Schiefer losgerissen und der Granit weit aufwärts über die gewöhnliche Gränze entblößt ist. Schon in einer halben

Meile Entfernung kann man diese Stelle bemerken, welche sich als ein mächtiger Schnitt zeigt, der in der Mitte der Kuppe von unten her in ihrer steilen dunklen Wand ausgeschnitten ist, und eine röthliche, hell schimmernde Masse, als Fortsetzung des tieferen, weniger steilen Gehänges zum Vorscheine kommen läßt. Nichts desto weniger dürfte es nur zum geringen Theile wahr seyn, daß die Granitmasse als kegelförmig betrachtet werden kann, und wir wollen nur insofern Gewicht auf diese Ansicht legen, in wiefern sie dazu beitragen kann, die Vorstellung desjenigen Theiles des Berges zu erleichtern, auf welchen wir hier vorzüglich Rücksicht zu nehmen haben.

Befindet man sich auf dem Granite an der bezeichneten Stelle, innerhalb des Ausschnittes der Schieferbedeckung, so sieht man an der östlichen Gränze dieses Ausschnittes eine in der Linie des Einschießens gebrochene verticale Felsenwand auf welcher die Schieferparallelen im Profile hervortreten. Unter dieser Wand, welche wahrscheinlich dem Felsensturze, der den Ausschnitt veranlaßte, ihr Daseyn verdankt, steht der Granit so an, daß sich eine deutliche Kluft zwischen ihm und dem Schiefer hinzieht; vielleicht das Werk derselben Katastrophe. Diese Kluft, welche zugleich die Contactfläche repräsentirt, entspricht der Oberfläche der unebenen Granitmasse, auf welcher man sich befindet, und läuft wohl im Ganzen den Schiefer-schichten im Hangenden parallel, stellt aber im Profile eine unsicher verlaufende Knotenlinie (*en usikker Knudelinie*) dar, während jene schnurgerade sind.

Was aber dieses Profil ganz vorzüglich merkwür-

dig macht, sind einige Granitmassen, die von dem unterliegenden Granite aus in die Wand aufsteigen, und deren verschiedene Ramificationen sich in den Schiefern entwedern auskeilen, oder durch wahre Uebergänge verlieren, oder auch gangförmig weiter verbreiten, als die unwegsame Beschaffenheit des Ortes zu beobachten gestattet. Auf Tab. VII findet man zwei Abbildungen, welche diese Verhältnisse anschaulich machen; Fig. 1. stellt den obersten, Fig. 2 den tiefsten Theil des Profiles vor, in welchem man bei *a* die unteren Ausgehenden der Schieferparallelen erblickt. Weil der Granit in *b* so stark aufsteigt, und die Contactlinie dabei von ihrer gewöhnlichen Richtung so sehr abweicht, so wird es wahrscheinlich, daß die hervorspringende und jetzt abgebrochene Granitpartie die Wurzel eines mächtigen, mit *c* und *x* in Fig. 1 analogen Ausläufers sey.

Außer den gangförmigen Verzweigungen, deren Ursprung man unmittelbar von der Granitmasse aus verfolgen kann, kommen auch weiter oben in der Schieferkuppe einzelne gangartige Gesteinsstreifen vor, welche aus einer braunlichschwarzen, höchst feinkörnig schimmernden und anscheinend gemengten Masse bestehen. Sie gehören derselben Bildung, welche wir bei *Brevig* in der Uebergangsreihe des Kieselkalkes beobachteten, und dort in ihren Entwicklungen bis zum Syenit verfolgten; vielleicht rührt sie an gegenwärtigem Orte von Granit her, welcher seinen ursprünglichen Charakter einbüßte, weil er sich zu weit aus seinem Terrain in das der Schiefer verirrte.

Unterhalb *Hörte* stehen die harten Schiefer in verschiedenen, von der Lage auf *Hörtেকollen* mehr

oder weniger abweichenden Stellungen an; man findet Partien, die 80° unter den Granit einschliessen, man entdeckt mächtige, ungewöhnlich feinkörnige und quarzreiche Granitmassen in ihnen, und bemerkt ein Schwanken im Einschliessen, welches erst weiter abwärts im Kalkterrain aufhört, wo sich ein bestimmtes Fallen vom Granite weg ausbildet.

Dafs die Demarcationslinie zwischen den dichten Kalksteinbildungen und dem krySTALLINISCH körnigen Marmor verschwinden, dafs die grofse Kluft zwischen Versteinerungskalkstein und Granit von einer Zwischenreihe ausgefüllt werden kann, in welcher die für das eine Gränzglied charakteristischen Eigenschaften allmählig verschwinden, um Eigenschaften hervortreten zu lassen, welche dem anderen Gränzgliede wesentlich angehören, — dies sind Erscheinungen vom ersten Range, welche im Vorhergehenden mehrere Male angedeutet, zum Theil auch wirklich nachgewiesen wurden. Nirgends aber liegen sie so schön vor Augen als am *Sölvsbjerg*.

Hadelands Kalkterrain, welches mit jenem von *Lierdalen* zusammenhängt, bildet in *Grans* Kirchspiel ein ausgebreitetes, dicht bebautes Hügelland, in dessen Mitte *Sölvsbjerg* aufragt. Dieser isolirte Berg ist von geringem Umfange, denn seine längste, ungefähr von S nach N streichende Dimension beträgt kaum mehr als 1000 Meter, die Höhe über die mittlere Elevation der Umgegend etwa 150 — 200 Meter *). Im Süden

*) *Sölvsbjerg* 1347 Fuß über der See nach v. Buch.

steigt er schräg aus dem cultivirten Lande empor, auf der Nordseite aber hat er steile Abstürze, und noch mehr auf der Ostseite, wo zum Theil ganz verticale Wände die Beobachtung des Felsenbaues erleichtern. Auf dem Gipfel findet man eine kleine, von Vegetation hier und da spärlich bedeckte Plattform, welche nach Norden in zerschnittenes klippiges Terrain übergeht, aus dem sich vorzüglich zwei Felsenpartien von etwas bedeutenderer Höhe hervorheben, und in weiter Ferne kenntlich machen, weil sie dem Gipfel ein gespaltenes Ansehen ertheilen.

Schwarzer, milder Thonschiefer und verschiedentlich nüancirter Versteinerungskalk sind die Gesteine, welche *Sölvsbjerg* umgeben, und aus welchem derselbe, so zu sagen, entspringt. Während sie auf der südlichen und südöstlichen Seite des Berges zu einem etwas höheren Niveau aufsteigen, als in dem umgebenden Flachlande, bemerkt man, daß beide sich gleichsam durchdringen, und zu einem Gesteine zusammensinken, welches in der Regel etwas härter als der Thonschiefer und reine Kalkstein, aber dessenungeachtet von einer grossen Menge Versteinerungen erfüllt ist. Es stellt grösstentheils eine Abwechslung von grauen, grünlichen und bräunlichen Bändern und Streifen dar, welche schwache Modificationen der Substanz anzeigen; zum Theil bildet es auch eine dunkle Hauptmasse, in welcher statt der ununterbrochenen lichten Streifen linsenförmige oder ellipsoidische, mehr oder weniger plattgedrückte Nieren auftreten, welche so vertheilt sind, daß ihre grössten Diagonalebeneen in einer und derselben Richtung liegen, und daß die Diagonalebeneen aller Nieren, welche die Stelle eines

einzelnen Bandes oder Streifens gemeinschaftlich zu vertreten scheinen, zugleich in eine und dieselbe Ebene fallen. Werden diese Nieren sehr lang gezogen, so bilden sie eine Art von bandförmiger Zusammensetzung, so wie auch umgekehrt diese letzteren in Reihen von isolirten nierförmigen Gestalten zerfallen können.

Diejenigen Varietäten dieses Gesteines, welche sich durch eine bräunliche, und namentlich durch chokoladbraune Farbe auszeichnen, auch vor den lichtern Varietäten einen schwachen Schimmer im Sonnenlicht voraushaben, gleichsam als wäre die Masse feinkörnig zusammengesetzt, sind von jenem Kieselkalk in *Brevigs* Umgegend nicht zu unterscheiden, welcher den Mittelpunkt für mehrere Uebergangsreihen bildet, und uns bei Gelegenheit gewisser gangartiger Massen auf *Hörtekollen* ins Gedächtniß gerufen wurde. Die grauen und grünlichen Varietäten dagegen, welche ihm coordinirt sind, verrathen mehr Aehnlichkeit mit jenen dickschiefrigen Gebilden, in deren Masse so gern Granat eingeht; eine Verbindung, welche auch auf *Sölvbjerg* nicht ganz vermißt wird. Wo Granat vorhanden, oder der Kieselgehalt sehr groß ist, da hat das Gestein ganz die Beschaffenheit, welche wir oben durch den Namen der harten Schiefer bezeichneten.

Es ist nicht ungewöhnlich, daß diese letztern bei fortwährend zunehmendem Kieselgehalt, Kieselchiefer, ja wohl auch Bandjaspis, in ihrer Uebergangsreihe mit begreifen. Auf *Sölvbjerg* entwickelt sich jedoch durch diesen überhand nehmenden Kieselgehalt ein ganz anderer Uebergang. Während der Kalk allmählig vom Kiesel verdrängt wird, welches sowohl in horizontaler

Richtung gen Norden, als in verticaler Richtung bergaufwärts geschieht, kommt eben so allmählig eine krySTALLINISCH - grobkörnige Structur zum Vorschein; Hornblende, Glimmer, Quarz und Feldspath werden nach und nach sichtbar, und jene dicksplittrige, nur im Sonnenlicht schwach schimmernde Masse hat sich in eine rein granitische Concretion verwandelt. Der Uebergang ist so sonnenklar, daß zehn Handstücke, den Versteinerungskalk und Granit mit einbegriffen, welche in gleichen Entfernungen innerhalb einer Linie von noch nicht 100 Meter Länge geschlagen werden, vollkommen ausreichend sind, um ihn zu beweisen und zu veranschaulichen.

Die krySTALLINISCHE Kieselbildung, welche der Richtung des Ueberganges zufolge den nördlichen und höchsten Theil des Berges einnimmt, verdient wohl nicht den Namen Granit in der strengsten Bedeutung des Wortes; man nimmt sogar Anstand, sie Syenit zu nennen, weil die Gemengtheile nicht überall ganz rein hervortreten, und, ungeachtet der grobkörnigen Structur, doch noch zum Theil in einander verschmolzen sind. Daß sie aber das mächtige Formationsglied repräsentire, dessen Rolle gewöhnlich dem Granite und Syenite übertragen ist, läßt sich nicht läugnen; nur mußte das isolirte und in jeder Hinsicht gänzlich untergeordnete Vorkommen im Terrain des 'Kalkes und Thonschiefers der Ausbildung des rein granitischen Typus sehr hinderlich seyn *).

*) Was dieser Concretion ein unbestimmtes Ansehen giebt, dürfte vorzüglich ein bedeutender Eisengehalt seyn, durch welchen die Spitze des Berges wie ganz verrostet erscheint, und welche sich zumal in einer der höchsten Klippen, welche dem Gipfel

Eine der wesentlichsten Eigenschaften des Kalkes und Thonschiefers, welche beim Uebergange in granitische Bildungen ganz verloren geht, ist der Structur-Parallelismus; seine letzte Spur verschwindet jedesmal da, wo die krySTALLINISCHKÖRNIGE Textur zugleich mit dem Kieselgehalte das vollkommene Uebergewicht erhält. Vorher ist er noch mehr oder weniger deutlich erhalten, und zumal durch die verschiedentlich gefärbten Bänder und Streifen bezeichnet, welche gewöhnlich innerhalb paralleler Begrenzungsebenen fortlaufen, und als gehemmte Fortsetzungen der Schichtenbildung zu betrachten sind; auch in den Fällen, da linsenförmige und ellipsoidische Nieren statt der Bänder auftreten, ist noch ein solcher Parallelismus vorhanden, daß man Streichen und Fallen angeben kann.

Die Lage der Parallelmassen rücksichtlich des Horizontes ist auf *Sölvsbjerg* nicht überall dieselbe. In der Nähe der Kieselconcretionen streichen sie ungefähr hor. 6, und treten vertical aus der Plattform des Gipfels heraus; weiter südlich zeigt sich Einschleifen von 80° in hor. 10 S O; in den östlichen Abstürzen ist das normale Streichen beinahe O nach W, weshalb man die Parallelmassen meist im Profile sieht; sie sind stark

die Gabelform ertheilen, durch heftige Einwirkung auf die Magnetnadel zu erkennen giebt. Leop. v. Buch fand Granat im Gesteine des Gipfels (Topographische Nat. Samlinger I, 149). Auf Brambodkampen, einem anderen Berge in Hadelands Kalkterrain, tritt gleichfalls eine krySTALLINISCHE Kieselconcretion unter analogen Verhältnissen wie auf *Sölvsbjerg* auf; sie besteht aus schwarzer, sehr grobkörniger Hornblende mit etwas Feldstein, Pistazit und Titanit, und ist in Hinsicht auf *Sölvsbjerg* von Wichtigkeit, da sie die syenitische Natur seiner Concretionen außer Zweifel setzt.

verbogen und zum Theil ganz zusammengerollt. Doch scheint diese Biegung nicht ganz regellos zu seyn, indem sich die Schichten von unten nach oben in dem Maasse aufrichten, in welchem sie sich den Granitbildungen nähern, so daß die diesen am nächsten, also am nördlichsten befindlichen Schichtungsklüfte ganz vertical stehen.

Diese verticale Stellung der Parallelmassen in der Nähe der granitischen Concretion hat zur Folge, daß sich ihre innere Beschaffenheit nicht in ihrer ganzen Erstreckung gleich bleibt. Man erinnere sich, daß der Uebergang aus dem dichten Kalksteine in die krystallinisch-körnigen Kieselbildungen nicht nur in horizontaler Richtung von S nach N, sondern auch in verticaler Richtung von höheren zu höheren Puncten des Berges erfolgte. Inwiefern die Modificationen horizontal vorwärts schreiten, geschieht der Uebergang in der Folge sämtlicher Parallelmassen; inwiefern sie dagegen von tieferem zu höherem Niveau eintreten, äußert sich der Uebergang auch in einer und derselben Parallelmasse. Die nördlichsten senkrechten Parallelmassen entwickeln krystallinisch-körnige Textur von unten nach oben; hieraus folgt weiter, daß die nördlichsten Schichtungsklüfte die höchsten Ausgehenden der Massen gar nicht erreichen; denn sobald die krystallinische Entwicklung zur gehörigen Vollkommenheit gediehen ist, hört alle Parallelstructur auf.

Ein Theil von *Sölvbjerg* ist in dem idealen Profil Fig. 3 Tab. VII dargestellt. In *a* führen die Parallelmassen noch Versteinerungen, während *b* ihr granitisches Ende bedeutet, wo sich die Parallelstructur verliert.

Außer dem Angeführten giebt es gewiß noch vie-

les Merkwürdige an diesem Berge. Mangel an ganz zuverlässigen Beobachtungen gestattet mir nur einige Gänge zu nennen, welche auf der Plattform des Gipfels zu sehen sind, und nach den nördlichen Spitzern hinstreichen. So lange sie sich in den dichten Massen der Plattform befinden, sind sie ganz basaltisch, $\frac{1}{2}$ — 1 Meter mächtig und feiger. Allein in dem granitischen Gesteine des höchsten Gipfels ist die Gangmasse ein deutlicher Grünstein, dessen Erstreckungsform nur unvollkommen mit der eines Ganges übereinstimmt. Fig. 9 Tab. III ist ein Grundriß der gangartigen Grünsteinmassen in der Nähe der Varde (des Feuersignals) auf der südlichen der beiden Klippen.

Analoge Gesteine und Combinationsverhältnisse wie auf dem *Paradiesberge* sind auf *Vettakollen* zu sehen, einem der Berge, welche die westliche Seite von *Christianias* Bassin bilden. Die harten Schiefer von Marmor und Granat begleitet befinden sich im Conflict mit granitischen Bildungen und namentlich mit Syenit, welcher den obersten und größten Theil des Berges einnimmt. Dicht an der Syenitgränze und zum Theil im Zusammenhange mit ihr kommt im Schieferterrain eine sehr merkwürdige Massencombination vor, von welcher Tab. VII Fig. 4 einen Grundriß darstellt *).

*) Von *Maridal* führt ein Weg über *Vettakollens* waldigen Fuß nach *Bogstad*; er geht einem kleinen Teich mit Namen *Barnekjernet* vorbei. Befindet man sich auf diesem Wege an dem östlichen und nordöstlichen Ufer des Teiches, und geht darauf ungefähr in der Richtung auf des Berges Gipfel zu in den Wald hinein, so wird man bald die Syenitgränze und die hier bezeichnete Stelle auffinden.

a) Die Gränze zwischen Syenit und hartem Schiefer ist, je nachdem Uebergänge fehlen oder vorhanden sind, mehr oder weniger stark bezeichnet, am stärksten da, wo sie mit den Streichungslinien des Schiefers gleichläuft, am schwächsten und am meisten verwirrt, wo sich die Parallelmassen des Schiefers gegen den Syenit abstoßen. So weit diese Gränze in das Gebiet der Zeichnung fällt, zeigt sie kaum ein Merkmal, aus welchem man auf die relative Lage der zusammenstreichenden Gesteine mit Zuverlässigkeit schliessen könnte. Allerdings fällt der Schiefer ungefähr 70° nach dem granitischen Terrain hin, und wirklich sieht man auch auf andern Puncten der Gränz-Zone isolirte, oder in der Tiefe mit der grossen Syenitmasse zusammenhängende Syenitpartien hier und da lagerartig zwischen den so einschliessenden Schiefen eingeschlossen. Allein in einer andern Gegend der Gränze, (südwestlich von *Barnekjernet*) findet sich eine Klippenwand, aus welcher hervorgeht, dass die Schieferparallelen wenigstens an einigen Puncten bei ihrem Einfallen gegen den Syenit abgeschnitten werden, und sich mit ihrem Schichtensysteme zum Theil an letzteren anlehnen, während sie ihn mit den unteren Ausgehenden berühren. Man sieht nämlich eine 60° bis 80° gegen das Schieferterrain einschliessende Contactfläche, welche sich en face als ein Theil des syenitischen Bergabhanges präsentiert, und auf welcher gerade so viel Kalkkiesel, Granat und Marmor als Ueberbleibsel des weggerissenen Schieferterrains rückständig geblieben sind, dass man sie noch als eine unzweideutige Gränzfläche erkennen kann.

b) Eine hornsteinartige, dichte, gangförmige Masse von dicksplittrigem unebenen Bruch; sie scheint nur eine Modification der herrschenden Schieferbildung zu seyn, von welcher sie ausgeht, und mit welcher sie dergestalt zusammenhängt, daß keine Spur der Aufhebung der Continuität weder in irgend einer räumlichen Absonderung, noch in einer plötzlich eintretenden Differenz der inneren Zusammensetzung zu entdecken ist. Der Schiefer hat im Liegenden einen blaulichgrauen krySTALLINISCH-körnigen Kalkstein, und dieser ist es eben, welcher von dem feigeren, etwas über 1 Meter mächtigen Gange durchsetzt wird.

c) Eine gangförmige, etwa 2 Meter mächtige, mit b parallele, und wie diese, feiger-im körnigen Kalke aufsetzende Porphyrmasse, welche große, dicht zusammengedrückte FeldspathkrySTALLE in einer dichten Kieselmasse enthält, die große Aehnlichkeit und nahe Verwandtschaft mit den hornsteinartigen Varietäten der harten Schiefer zeigt. Jedoch sind die eigentlichen Verhältnisse dieses Porphyrs zu den Schiefern schwer auszumitteln. Indem er aus dem Marmor heraustritt, scheint sein gangartiger Charakter verloren zu gehen; denn während er innerhalb desselben sehr scharf zwischen zwei parallelen Salbändern begränzt ist, so wird diese Begränzung nach dem Eintritt in die Schiefer schwankend, und zum Theil so unbestimmt, daß sie sich gar nicht mehr angeben läßt; die Grundmasse des Porphyrs verläuft sich ins Nebengestein, und wird wie dieses von Granat durchdrungen. So erreicht der Gang die nahe befindliche Syenitgränze, über welche hinaus er bald ganz verschwindet, sey es nun, daß er sich in der granitischen Masse

zertrümmert, oder, daß er vermöge einer gewissen Verwandtschaft mit derselben zusammenfinkt. Wie sich der Porphyr in seinem fortgesetzten Streichen nach entgegengesetzter Richtung verhalte, ist unbekannt, weil Morast und Vegetation sowohl ihn als den Marmor bedecken.

d, e, f und *g* sind gangartige, mit *b* ganz analoge, ungefähr 1 Meter mächtige, im körnigen Kalkstein leiger aufsetzende Massen.

h) Eine im Schiefer eingeschlossene Marmorpartie, zu welcher sich jener auf zwei Seiten wie Hangendes und Liegendes zu einem Lager, auf der dritten wie ein Gang verhält. In der gangförmigen Schieferbildung kommen Granat-Ausfunderungen so wie kleine Adern und Klüfte von Feldspath vor, was vielleicht von der Nähe des granitischen Terrains herrühren dürfte; der Marmor hat als Lager betrachtet eine Mächtigkeit von ungefähr 6 Meter.

i) Das Verhältniß ist wie in *h*, nur steigt die Mächtigkeit des Marmors nicht über 4 Meter, und die sehr granatreiche gangartige Masse der Kieselbildungen zeigt sehr abgerundete Ecken.

k) Hier ist der Schiefer im Liegenden des Marmors ungefähr 10 Meter von der entgegengesetzten Seite in das Hangende verrückt; die gangförmige Masse, welche die beiderseitigen Schieferparallelen verbindet, bildet mit ihnen ungewöhnlich schiefe Winkel.

l) Dieser Gang (*väg*) wird zumal wegen seiner geringen Mächtigkeit merklich, welche zwischen 3 und 6 Centimeter wechselt. Trotz der vollkommenen Gangform mitten im Marmor und trotz dieser unbedeutenden Mächtigkeit zeigt er deutlich erhaltene

Spuren der Parallelstructur der Schieferbildung, mit welcher er im Hangenden und Liegenden des Marmors durch vollkommene Homogenität der Masse verbunden erscheint; diese Spuren äußern sich in braunen und grünen Farbenüancen, welche Streifen und kurze Bänder quer über sein Streichen bilden. Der Contact mit dem Marmor in den scharf markirten Salbändern ist durch keine sichtbare Veränderung der berührenden Massen bezeichnet; der Marmor ist vollkommen körnig bis dicht an den Gang, und dieser an seinen Salbändern ganz von derselben Beschaffenheit, wie in der Mitte.

m, n, o und *p* sind Gänge (*vägge*) von der gewöhnlichen Beschaffenheit.

♀) In diesem Puncte kommt eine unregelmäßige Ansammlung von Magneteisenerz, Eisenkies und etwas Kupferkies im Marmor vor.

Führt man einen vertikalen Schnitt rechtwinklig über die Streichungslinien der harten Schiefer, z. B. durch *rs*, so erhält man ein Profil, zufolge welchem das Vorkommen des Marmors allerdings in die Kategorie der Lager gehören würde. Allein dabei sind zwei Umstände nicht zu übersehen; erstlich, der veränderliche Abstand des Liegenden vom Hangenden in den Puncten *k, i, g, l* und vielleicht in noch mehreren Puncten, deren Beobachtung die Vegetation unmöglich macht; und zweitens, was wir oben nicht erwähnten, daß der Marmor selbst in Parallelmassen abgesondert ist, welche in Hinsicht auf Streichen und Fallen nicht durchgängig mit jenen der Schiefer übereinstimmen, sondern innerhalb einiger der gangartigen Scheidewände eine horizontale, oder doch nur wenige Grade geneigte Lage haben. So hatten auch *Gjellebäck's* reine Marmorlager eine geringe Neigung, während sich die mit ihnen verknüpften Schiefer oft der leigeren Stellung näherten. Dieses Verhältniß kann um so weniger als eine Abnormität betrachtet werden, wenn man berücksichtigt, daß die Marmorlager nur durch parallele Klüfte als solche bezeichnet zu seyn scheinen, während sich die Parallelmassen der Schiefer auch durch substantielle Differenzen vor einander hervorheben.

(Fortsetzung folgt.)

II.

Ueber das Gesetz der elektrischen Ablosungskraft;

von

P. N. C. EORN, Lehr. d. Math. u. Phys. am Gymn. zu Soest.

(Fortsetzung.)

Wir kommen jetzt zu Versuchen, die eine sorgfältigere Beachtung verdienen. Diejenigen, welche von Mayer herrühren, sind so sorgfältig angestellt, sie tragen ein so deutliches Gepräge innerer Wahrheit, sie sind mit einem so grossen Aufwande analytischer Kunst berechnet, daß die Kritik es nicht anders als bedauern kann, auch sie verwerfen zu müssen. Die Beurtheilung muß es hier um so strenger nehmen, da man seit einer langen Reihe von Jahren gewohnt ist, in den Naturwissenschaften nur die geprüfsten Ansichten von Göttingen aus sich verbreiten zu sehen, und da zudem das, was Mayer ausspricht, von einer grossen Anzahl von hörenden und lesenden Schülern mit Vertrauen aufgenommen wird; da also ein von dieser Stelle ausgehender Irrthum für die Wissenschaft von lange anhaltender schädlicher Wirkung seyn müßte, wenn er nicht aufgedeckt würde. Nur diese Rücksichten haben mich vermögen können, gegen Versuche öffentlich meine Stimme abzugeben, deren würdiger Urheber mir durch seine Schriften so oft lehrreich gewesen ist, den ich aufrichtig hochach-

te, und der mir mit der betreffenden Abhandlung eigenhändig ein sehr werthes Geschenk machte *).

Mayer stellte seine Versuche auf folgende Art an: Ein regelmässiger und senkrecht stehender Metallstreifen ab (Taf. 10. Fig. 4) von etwa 4 Zoll Länge und 2 Linien Breite wurde bei b durch Siegellack an die isolirende Glasröhre bcd gekittet, die bei d in einem Fußgestelle befestigt war. Bei a wurde ein sehr dünner Grashalm ae , dessen Länge $= ab$ war, und der etwa $\frac{1}{7}$ Gran wog, durch die horizontale Axe fg , so an den Metallstreifen befestigt, daß der Halm sich nur in einer Ebene bewegen konnte, der auf der flachen Seite von ab senkrecht stand. Wird nun dem Streifen ab Elektrizität mitgetheilt, so verbreitet sich diese auch über ae , der Halm ae wird um einen gewissen Winkel φ zurückgestossen, der um so grösser ist, je mehr Elektrizität dem Elektrometer mitgetheilt wurde. Nimmt man nun die elektrische Spannung bei 90° Elevation zu 1 an, so zeigt Mayer durch eine verwickelte und sehr elegant durchgeführte analytische Deduction, daß die Spannung bei φ° Elevation

- 1) wenn sich die elektrischen Kräfte verhalten wie umgekehrt die Quadrate der Entfernungen

$$= \left(\frac{\sin 22\frac{1}{2}^\circ \sin \varphi}{\sin (45^\circ - \frac{1}{2}\varphi)} \right)^2, \text{ und}$$

- 2) wenn sich diese Kräfte verhalten wie umgekehrt die einfachen Entfernungen

$$= \frac{\log \tan (2 \sin 45^\circ)}{\log \tan (2 \sin \frac{1}{2}\varphi) + 0.00379 (180^\circ - \varphi) \cot \varphi} \text{ sey.}$$

*) Die Abhandlung ist enthalten im 5ten Bande der neuern Commentationen der Göttinger Königl. Gesellsch. d. Wissenschaften.

Es wurde, auſſer den obigen Vorausſetzungen, bei der Entwicklung dieſer Ausdrücke noch angenommen, daß die Elektriſität auf ab und ae gleichförmig verbreitet ſey, und die Breite von ab wurde als unbedeutend nicht beachtet. Mayer berechnete nun für die folgenden Elevationswinkel die nebenſtehenden Spannungs-Verhältniſſszahlen:

Elevation φ	Spannung	
	nach Formel 1.	nach Formel 2.
0	0,0000	0,0000
5	0,0023	0,0231
10	0,0098	0,0520
15	0,0225	0,0860
20	0,0414	0,1247
25	0,0668	0,1679
30	0,0986	0,2154
35	0,1378	0,2677
40	0,1839	0,3220
45	0,2372	0,3805
50	0,2977	0,4422
55	0,3651	0,5065
60	0,4393	0,5732
65	0,5199	0,6419
70	0,6065	0,7123
75	0,6989	0,7835
80	0,7952	0,8556
85	0,8960	0,9279
90	1,0000	1,0000

Nach dieſen Vorbereitungen wurde eine Leidner Flaſche von 470 Quadrazoll belegter Fläche durch einen Draht mit dem Elektrometer in leitende Verbindung geſetzt, und dann ſo ſtark geladen, bis der Elevationswinkel 90° betrug. Darauf wurde eine zweite

Flasche von 440 Quadrat Zoll Belegung mit der ersten durch einen gewöhnlichen Auslader verbunden, und nach aufgehobener Verbindung die Spannung der ersten Flasche wieder am Elektrometer beobachtet. Die zweite Flasche wurde nun entladen, und dann wieder mit der ersten Flasche verbunden, wodurch dieser wiederum fast die Hälfte der Elektricität entzogen werden mußte. Das Elektrometer zeigte die vorhandene Spannung. So fortfahrend wurden zu jedem Versuche 4 verschiedene und abstufende Elevationswinkel beobachtet. Eine Reihe von 10 solcher Beobachtungen ist mitgetheilt worden, unter denen sich die abweichendsten nur um 2 Grad vom Mittel entfernen. Das Mittel aus dieser Reihe giebt den Elevationswinkel nach der ersten Vertheilung = $55^{\circ},5$, nach der zweiten = $34^{\circ},6$, nach der dritten = $20^{\circ},2$, nach der vierten = $11^{\circ},8$ an. Mayer hatte durch Nebenversuche gefunden, daß der Verlust an Elektricität während der Dauer jedes Versuchs unmerklich war; alle störende Einwirkungen von Außen wurden mit möglichster Sorgfalt entfernt gehalten.

Nimmt man nun mit Mayer an, daß sich die Elektricität in den beiden Flaschen nach dem Verhältnisse der belegten Fläche vertheile, so läßt sich daraus die zurückgebliebene Spannung in der ersten Flasche, so wie durch eine einfache Interpolation aus der obigen Tabelle nach der ersten und zweiten Hypothese der entsprechende Elevationswinkel berechnen. Die Berechnung giebt:

Spannung nach der	berechneter Elevationswinkel		beobachtet. Winkel
	nach Hypoth. 1.	nach Hypoth. 2.	
1t. Vertheilung = $\left(\frac{47}{91}\right)^4 = 0,516$	64,6	55,8	55,5
2ten " " = $\left(\frac{47}{91}\right)^2 = 0,266$	47,3	35,0	34,6
3ten " " = $\left(\frac{47}{91}\right)^3 = 0,137$	34,5	21,5	20,2
4ten " " = $\left(\frac{47}{91}\right)^4 = 0,070$	25,1	12,6	11,8

Die auffallende Uebereinstimmung der beobachteten Winkel mit den nach der zweiten Hypothese berechneten gab Mayer die Ueberzeugung, daß allein diese zweite Hypothese zulässig sey, wozu er sich auch ohne Rückhalt bekennt. Ich hoffe aber für jeden Unbefangenen genügend zeigen zu können, daß dieses aus den gemachten Beobachtungen nicht zu beweisen ist. Mayer hat nämlich bei seiner Untersuchung mehrere wichtige Umstände übersehen, die ich jetzt einzeln durchgehen werde.

1) Es hat Mayer zuvörderst darin gefehlt, daß er annahm, die Elektrizität sey über dem Metallstreifen und dem Grashalme gleichförmig vertheilt gewesen. Die Verbindung der Flasche mit dem Elektrometer durch eine Kette und einen Draht bildet zusammen genommen einen so unregelmäßigen Körper, daß ich mir über die verschiedene Dicke der elektrischen Schicht im Elektrometer gar kein Urtheil anmaßte. Sie genau zu berechnen übersteigt bis dahin bei weitem die Kräfte der Analysis. Wahrscheinlich wird die Schicht nach den Enden *b* und *e* zu dicker, wie das im Allgemeinen bei dünnen Cylindern und schma-

len Streifen der Fall ist. Ich sehe sehr gut ein, daß sich durch die Annahme, die Elektricität sey am meisten in den Enden b und e angehäuft, die Beobachtungen um so mehr von der ersten Hypothese entfernen. Denn wäre alle Elektricität in den Enden vereinigt, so müßten sich nach der ersten Hypothese, die elektrischen Kräfte zu einander verhalten, wie die Cuben der Entfernungen der Enden, nach der zweiten Hypothese, wie die Quadrate ihrer Entfernungen *); und nach den Beobachtungen verhalten sich die Kräfte beinahe wie die einfachen Entfernungen. Nach einer angestellten Berechnung betrüge bei einer solchen Voraussetzung der Exponent der Entfernung im Mittel nur 0,5. Es kann aber auch hier meine Absicht nicht seyn, die erste Hypothese aus den Versuchen von Mayer als wahr zu erweisen; es genügt mir, wenn ich zeige, daß sie nicht die zweite Hypothese als völlig begründet darstellen.

2). Die Vertheilung der Elektricität im Elektrometer ist nicht allein ungleichförmig, sondern auch mit dem Winkel φ veränderlich. Da nämlich die Vertheilung von der Form der Oberfläche abhängt, so muß sie sich ändern, wenn sich diese Form ändert, also wenn ae gegen ab in eine andere Lage kommt. Ueber diese Veränderung läßt sich ebenfalls nichts Genäues angeben. Man kann nur im Allgemeinen sagen, daß sich die Elektricität im Elektrometer vermindert, wenn φ kleiner wird. Denn liegt ae auf ab , so enthalten jetzt beide Körper nicht viel mehr Elektricität, als früher ab allein enthielt, weil ab

*) Francoeur, *Traité élémentaire de Mécanique*, 4. édit. p. 119.

durch die Anlehnung von ae nur unbedeutend an Oberfläche gewinnt. Ist aber φ ein etwas bedeutender Winkel, so muß ae eine ziemlich groſſe Maſſe von Elektrizität enthalten, weil dieſe nach den dünnen äußern Theilen eines Leiters ſtark hingedrängt wird. Dieſer Umſtand bewirkt es, daß die beobachteten Winkel um ſo mehr kleiner ausfallen, als ſie ſeyn würden, wenn die Vertheilung immer dieſelbe bliebe, je näher ae an ab heranrückt, und iſt wohl der wichtigſte von allen, die hier aufgezählt werden.

3) Mehrere Umſtände wirkten dahin, daß die in der groſſen Flaſche zurückgebliebene Elektrizität geringer war, als Mayer ſie bei ſeiner Berechnung vorausſetzte. Die Elektrizität vertheilt ſich nicht nach dem Verhältniſſe der Oberfläche zweier Leiter; ſind die Leiter ähnliche Körper, ſo erhält der kleinere verhältnißmäßig mehr Elektrizität als der gröſſere. Aus dieſem Grunde wurde bei jeder theilweiſen Entladung der erſten Flaſche mehr als $\frac{4}{7}$ der vorhandenen Elektrizität entzogen. Auch die Elektrizität, die der Entlader nach jeder Verbindung der beiden Flaſchen mitwegnahm, ſo wie die, welche durch Abtretung an die Atmosphäre und durch eine unvollkommene Isolirung, verloren ging, hätte bei der groſſen Flaſche in Abrechnung gebracht werden ſollen. Ich halte aber ſelbſt dafür, daß dieſe abzurechnende Elektrizität nicht ſehr bedeutend war.

4) Die Verſuche von Mayer werden dadurch ſehr unzuverlässig, daß man nicht verſichert ſeyn kann, daß das Glas der beiden gebrauchten Flaſchen gleich dick war. Bezeichnet man die bei einem Condensator auf der einen Seite freie Elektrizität mit E , und die freie und gebundene zuſammengenommen mit E' , ſo

hat man $E : E' = 1 - m^2 : 1$, wo m anzeigt, welchen Theil von E' die auf der entgegengesetzten Seite gebundene Elektricität ausmacht. Dieses m hängt bei Leidner Flaschen lediglich von der Dicke des Glases ab, und hat auf die Ladung E' einen sehr bedeutenden Einfluß. Es kann in zwei Flaschen E in der einen $= E$ in der andern seyn, ohne daß das E' in der erstern $= E'$ in der zweiten ist, da für beide Flaschen m verschieden seyn mag.

Bei einem vorläufigen Ueberblicke glaubte ich, daß auch darin gefehlt sey, daß man die Breite des Streifens ab bei der Berechnung als unbedeutend vernachlässigt habe. Eine leicht anzustellende Rechnung weist aber aus, daß selbst bei nur 12° Erhebung von ae diese Vernachlässigung noch keinen Fehler von $\frac{1}{2}$ Grad bewirken kann, weswegen dagegen nichts zu erinnern ist.

Man wird mir zugestehen müssen, daß ich ohne Vorurtheil und völlig unparteiisch meine Einwürfe gegen die aus Mayer's Versuchen gezogenen Folgerungen aufgestellt habe. Jeder Unbefangene wird aber auch eben so gern mir beipflichten, wenn ich behauptete, daß diese Gegengründe die Beweiskraft der Versuche von Mayer völlig aufheben.

Ich gehe jetzt zur Untersuchung der Simon'schen Versuche über *). Sie unterscheiden sich hinsichtlich ihres wissenschaftlichen Werthes dadurch wesentlich von denen von Mayer, daß, während bei diesen das

*) Gilbert, Annalen der Physik, Bd. 23. p. 277 sq.

Fehlerhafte des aus ihnen gezogenen Resultats auf der Einrichtung der Versuche, es bei jenen hauptsächlich auf der Berechnung beruht.

Simon verfertigte sich aus sehr dünnen Glasstäbchen eine Wage, wie sie in Fig. 5. Taf. 10 dargestellt ist; die Länge jedes Wagenarms betrug 4 Zoll, die Länge der Zunge ebenfalls 4 Zoll, der Durchmesser der Hohlundermarkkugel $b \approx 0,4$ Zoll. Die Wage gab für $\frac{1}{10}$ Gran einen Grad-Ausschlag, dessen Viertel noch geschätzt werden konnte; bis zu 16 Grad Ausschlag kann man mit hinlänglicher Genauigkeit jeden Grad zu $\frac{1}{10}$ Gran berechnen. Der Ausschlag wurde an einem unten befestigten Gradbogen beobachtet. An einem Ständer AB trug eine Hülse cd einen Glasstift fe , an welchem bei e eine Hohlundermarkkugel von 0,4 Zoll Durchmesser steckte. Die Hülse wurde so lange verschoben, bis die beiden Kugeln b und e sich berührten, während die Zunge den Nullpunkt des Gradbogens schnitt, und der Wagebalken horizontal schwebte.

Nach dieser Vorbereitung wurde den beiden Kugeln Elektrizität mitgetheilt, die sich nun um eine bestimmte Anzahl von Graden von einander entfernten, welche Entfernung beobachtet wurde. Dann wurde der andere Arm der Wage mit Gewichten, aus Draht-ringelchen bestehend, und wovon jedes $\frac{1}{50}$ Gran wog, beschwert, wodurch sich der Abstand der Kugeln verminderte; der neue Abstand wurde ebenfalls genau abgelesen. Aus solchen Beobachtungen läßt sich dann auf das Repulsionsgesetz ein Schluß machen. Bei Ausschlagswinkeln bis zu 16 Grad kann man mit hinlänglicher Genauigkeit die Bogen für die Sehnen nehmen,

und die Abstoßungskraft als senkrecht auf den Wagebalken wirkend betrachten, wovon man sich leicht durch eine scharf geführte Rechnung überzeugt. Durch vorläufige Versuche hatte sich Simon davon versichert, daß der Verlust an Elektricität während jedes Versuchs zu unbedeutend war, als daß er beachtet werden müßte.

Nimmt man an, die Elektricität sey über die Oberfläche der beiden Kugeln gleichförmig vertheilt, so stoßen sich die Kugeln so zurück, als wirkten die Abstoßungskräfte von ihren Mittelpunkten aus; wenigstens gilt dies dann, wenn das Coulomb'sche Gesetz das wahre ist. Die Entfernung dieser Mittelpunkte beträgt bei der Berührung der Kugeln $= 0,4$ Zoll oder $5^{\circ},8$. Kommen aber die elektrisirten Kugeln nahe zusammen, so wird die Elektricität in beiden Kugeln zurückgedrängt, so daß dann die Abstoßungsmittelpunkte hinter den geometrischen Mittelpunkten liegen. Wie viel darnach die beobachtete Entfernung vergrößert werden müßte, läßt sich nur durch eine schwierige Berechnung ausmitteln.

Es möge nun der anfängliche Ausschlag a Grade betragen; nachdem $\frac{c}{250}$ Gran Gewicht aufgelegt worden ist, betrage der Ausschlag noch b Grade. Ferner mögen sich die Abstoßungskräfte zu einander verhalten wie umgekehrt die x ten Potenzen der Entfernungen. Unter diesen Voraussetzungen findet man leicht

$$x = \frac{\log(b+c) - \log a}{\log(a+5,8) - \log(b+5,8)}$$

Ich will nun die Simon'schen Beobachtungen nebst den daraus berechneten Werthen von x in einer Ta-

belle zusammenstellen. Zugleich will ich in der letzten vertikalen Reihe angeben, um wie viel Grade b größer seyn müßte, damit die Beobachtungen vollkommen der Coulomb'schen Theorie entsprächen:

a	b	c	x	b muß vergrößert werden, damit $x = 2$ sey, um
11,5°	7,5°	10	1,6	0,7°
15,0	9,5	15	1,6	0,9
13,25	7,5	15	1,5	1,3
11,0	6,0	14	1,7	0,7
13,5	7,5	15	1,4	1,6
7,25	3,75	10	2,0	0,0
16,0	9,0	20	1,6	1,4
8,0	3,5	10	1,2	1,3
13,75	6,0	25	1,6	1,2
15,0	6,5	25	1,7	0,7
10,0	5,0	15	1,8	0,4
11,25	5,0	20	1,8	0,6
12,5	4,5	30	1,7	0,7
8,25	2,75	20	2,0	0,0
7,75	2,5	15	1,7	0,7
12,5	3,5	35	1,7	1,1
11,25	3,0	35	1,8	0,5
6,75	1,0	15	1,4	1,3
11,75	1,5	45	1,6	1,6
7,75	0,5	20	1,3	2,0

Bei aufmerktsamer Untersuchung der vorstehenden Tabelle wird man finden, daß die Simon'schen Versuche mit einer Uebereinstimmung, die den guten Beobachter bewährt, und wie sie nicht besser gefordert werden kann, die Coulomb'sche Theorie bestätigt. Man ersieht aus ihr, daß b um so mehr vergrößert werden muß, je weiter die beiden Anschläge der Wage auseinanderliegen, und je näher nach Aufle-

gung eines Gewichts die beiden elektrisirten Kugeln zusammenrückten. Daß hier einige Anomalien in den Zehnteln der Grade vorkommen, konnte durchaus nicht anders seyn, weil höchstens bis auf $\frac{1}{4}$ Grad genau beobachtet werden konnte, wie dies Simon selbst gesteht, und wie es auch aus den Beobachtungen hervorgeht. — Eigentlich müßten zu der größern Entfernung m und zu der kleinern n Grade addirt werden, wo dann m und n um so viel größer werden, je kleiner die Entfernung ist, so daß immer $m < n$, und zwar um so mehr, je größer die Differenz zwischen beiden Entfernungen ist, und je kleiner die Entfernungen selbst sind. Noch deutlicher als aus der vorhin aufgestellten Tabelle geht diese Uebereinstimmung der Theorie mit der Erfahrung aus folgenden berechneten Versuchen, die Simon anstellte, hervor.

a	b	c	x	b muß vergrößert werden, damit $x = 2$ sey, um
10°	9°	2,1	1,6	0,2°
10	8	4,5	1,6	0,3
10	7	7,3	1,7	0,4
10	6	10,6	1,7	0,5
10	5	15,0	1,8	0,4
10	3,5	21,0	1,7	0,8
10	1,75	30,3	1,6	1,3
10	0,0	48,0	1,6	1,4
12	11	2,0	1,4	0,3
12	10	4,4	1,5	0,4
12	9	7,0	1,6	0,6
12	8	10,0	1,6	0,7
12	7	13,5	1,6	0,8
12	6	18,0	1,7	0,8
12	5	23,8	1,8	0,7
12	3,5	32,0	1,7	1,0
12	1,75	45,0	1,6	1,4
12	0,0	70,0	1,6	1,6

Ich muß gestehen, daß ich diese große Uebereinstimmung der Theorie mit der Erfahrung, wie sie aus vorstehender Tabelle hervorgeht, anzutreffen nicht gehofft hatte, obschon ich in den Simon'schen Versuchen zum Voraus eine Bestätigung der Coulomb'schen Theorie zu finden erwartete. Bedenkt man nämlich, daß jede Kugel beinahe 5 Linien im Durchmesser hatte, während ein Grad nur $\frac{1}{3}$ Linie ausmacht, so wird jedermann die obigen von der Theorie vorausgesagten Abweichungen für so durchaus genügend halten, als es je gefordert werden kann. Ständen diese Versuche auch allein da, so müßten sie den urtheilsfähigen Physiker von der Wahrheit des Coulomb'schen Gesetzes völlig überzeugen.

Wollte man diese Versuche der Simon'schen Theorie anpassen, so müßte meistens b um 3 Grade vermindert werden. Welchen Grund könnte man für die Nothwendigkeit einer solchen Verminderung angeben?

Die Leser, welche den Simon'schen Aufsatz nicht kennen, werden mit Verwunderung fragen, wie denn Simon seine Versuche berechnet habe, um nicht auch das zu finden, was wir hier fanden. Sein Fehler liegt darin, daß er als Entfernung der Kugeln die der nächstgelegenen Punkte ihrer Oberfläche, anstatt der ihrer Mittelpunkte, annahm. Ich begreife nicht, wie er diesen Fehler hat begehen können, und wie ihn Gilbert, der einen so rühmlichen Fleiß darauf verwandte, die in seine Zeitschrift aufzunehmenden Aufsätze genau durchzusehen, zu verbessern und zu commentiren, der ihm in zwei zu verschiedenen Zeiten geschriebenen Anmerkungen so nahe auf der Spur

war, mag übersehen haben, da er doch so offen da liegt, daß ich es mir auch nicht zum geringsten Verdienst anrechne, auf ihn zuerst öffentlich aufmerksam gemacht zu haben. Hätte Simon dies Versehen nicht begangen, so würde er durch seine Versuche die Coulomb'sche Theorie bestätigt gefunden haben, und dann hätte wahrscheinlich in Deutschland niemand weiter daran gedacht, dagegen aufzutreten.

Ich habe ohne Rückhalt alle der Berechnung fähigen Versuche berechnet, die Simon mitgetheilt hat, und zwar ohne sie in irgend einem Punkte abzuändern. Nur zwei von Simon mitgetheilte Versuche konnten nicht berechnet werden, weil das Maass der Längen-Einheit der Eintheilung des Ständers nicht angegeben worden ist.

Ich habe nun noch, fast zum Ueberflusse, die eigenen Versuche mitzutheilen, an denen sich die Coulomb'sche Theorie prüfen läßt. Ich wählte zu diesen Versuchen nicht die Drehwage, weil meine Muse es mir nicht verstattete, über das Drehungsgesetz von feinen Drähten vorläufige Versuche anzustellen, und weil ohne sie man in Deutschland das meinen Versuchen entgegenstellen könnte, was man den Versuchen Coulomb's entgegengesetzt hat. Einige Experimente, welche ich mit Kugeln anstellte, die an sehr feinen Seidenfäden hingen, und deren Aufhängungspunkte ich in beliebige genau zu messende Entfernungen bringen konnte, überzeugten mich, daß auf diesem Wege nicht mit der erforderlichen Leichtigkeit eine hinlängliche Genauigkeit zu erreichen sey. Ich wandte

mich also zu der Simon'schen Wage, da zudem die Abwägungen der elektrischen Kraft vermittelt dieses Instruments nicht verdächtig gemacht werden können.

Gilbert that den Vorschlag ^{*)}, eine gewöhnliche sehr genaue Wage zu solchen Abwägungen zu benutzen. Bei näherer Ueberlegung der Sache würde er gefunden haben, daß das nicht angehe. Die Fortin'sche Wage, womit Lefevre-Gineau die Untersuchungen über das Grammen-Gewicht anstellte, gab nur für $\frac{3}{5}$ Gran noch einen bemerkbaren Ausschlag ^{**)}. Meine eigene Wage hat fast dieselbe Empfindlichkeit, da sie bei einer Belastung von 1 Kilogramm noch für 1 Milligramm einen bemerkbaren Ausschlag giebt. Diese Empfindlichkeit reicht aber bei weitem nicht hin, im Kleinen elektrische Abstossungskräfte abzuwägen.

Der eine Arm der elektrischen Wage, die ich mir anfertigte, besteht aus Messingdraht No. 3, der andere aus einer dünnen Stange Gummilack; jeder Arm ist 3,50 rhl. Decimalzoll lang. Ich nahm darum den einen Arm aus Draht, weil es dadurch in meiner Macht stand, den Schwerpunkt nach Willkühr dem Unterstützungspunkte zu nähern. Zwei feine Nähnadelspitzen kittete ich unter rechten Winkeln an ein kurzes Gummilackstäbchen, und dieses unter die Mitte des Wagebalkens. Diese Nadelspitzen stehen auf einer polirten Achatplatte, und geben der Wage, als sehr feinen Unterstützungspunkten, die möglich grösste Beweglichkeit. Das Gummilack des einen

^{*)} Gilbert, Annalen der Physik, B. 60. p. 25.

^{**)} Base du système métrique, t. III. p. 630.

Arms ist vorn sehr fein ausgezogen, und trägt hier eine genau abgerundete Korkkugel von 0,335 Dec. Zoll Durchmesser. Auf dem andern Arm ist querüber ein Drähtchen gekittet, um die Gewichtsringelchen aufzunehmen. Zugleich trug dieser Arm anfanglich eine Papierscheibe, um die Schwankungen zu vermindern; diese wurde jedoch später weggenommen, weil sie sehr merklich als hygroskopische Substanz wirkte, und dadurch das Gleichgewicht störte. Auch die Korkkugel wirkte hygroskopisch, jedoch nicht so merklich, als das Papier. Der Wagebalken nebst Zubehör wiegt 1,522 Gramm. Die Ausschläge der Wage wurden nicht nach Graden, sondern an einer verticalen Eintheilung, wovon jeder Theil = 0,05 Decimalzoll beträgt, beobachtet, wobei das Quadräthen des einen Arms als Alhidadenzeiger diente. Ein Viertel von jedem Theile konnte sehr gut geschätzt werden. Ein Gewicht von etwas mehr als 0,00001 Gramm giebt einen Aus Schlag von $\frac{1}{4}$ Theil; meine Wage ist also über fünfmal so empfindlich, als die Simon'sche: sie mußte dieses seyn, wenn ich meinen Zweck erreichen wollte, die elektrischen Abstoßungskräfte in beträchtlichen Entfernungen zu prüfen. Ein kleines Papierfaserchen giebt noch einen bemerkbaren Aus Schlag. Die Coulomb'sche Drehwage war noch 24 mal so empfindlich als meine Wage, und gestattete also Abwägungen in noch größern Entfernungen. — Zu der Wage gehört ein Ständer, der eine gut gearbeitete vierckige Messingstange trägt, an welcher sich ein Schieber in sanfter Bewegung auf und nieder bringen läßt. Der Schieber trägt eine 4 Decimalzoll lange horizontale Stange von Gummilack, die vorn spitz aus-

gezogen ist, und hier eine Korkkugel von 0,355 Dec. Zoll Durchmesser trägt. — Die gebrauchten Gewichte bestehen aus Stückchen Draht, der von einer bewundenen Gitarresaiten abgewickelt wurde; jeder Gewichttheil ist 0,034 Dec. Zoll lang, und giebt im Mittel einen Ausschlag von 1,7 Längentheil. Dieser Ausschlag war nicht constant; er wurde darum vor und nach jeder Reihe von 4 bis 5 Versuchen aufs sorgfältigste von Neuem untersucht.

Die Versuche wurden nun auf folgende Art ausgeführt. Der ganze Apparat wurde in einem Glaskasten aufgestellt, der ganz verschlossen werden konnte. Nachdem hier die Wage in Ruhe gekommen war, wurde ihr Stand abgelesen, die Korkkugel des Ständers mit der Korkkugel der Wage seitwärts in gleiche Höhe gebracht, und der Stand des Schiebers am Ständer scharf bezeichnet. Darauf wurde die Korkkugel des Ständers um eine bekannte Gröfse erhöht, und genau senkrecht über die Kugel der Wage gebracht; beide Kugeln wurden dann gleichnamig elektrisirt, und die Wage mit so viel Gewicht beschwert, bis sie beiläufig den anfänglichen Stand wieder eingenommen hatte. Dieser Stand wurde abgelesen, woraus sich die wahre Entfernung der Kugeln und die wahre Belastung ergab. Hierauf wurde die Kugel des Ständers um eine bekannte Gröfse erniedrigt, und die Wage mit so viel Gewicht beschwert, bis sie wieder beiläufig auf den anfänglichen Stand zurückgebracht worden war. Dann wurde dieser Stand genau abgelesen, woraus sich die zweite wahre Entfernung der Kugeln so wie die zweite wahre Belastung ableiten liefs. Bei jedem Versuche wurden alle diese Operationen wiederholt. Jeder Ver-

such dauerte etwa 20 Minuten; aber vom ersten Einspielen der Wage nach der Elektrisirung bis zum andern, vergingen nur höchstens 2 Minuten, und die Isolirung war so vortrefflich, daß in 5 Minuten Zeit die Kugeln sich nicht merklich näherten. Nach jedem Versuche wurden die Kugeln aufs sorgfältigste entladen, damit das neu zu beobachtende anfängliche Gleichgewicht der Wage nicht durch elektrische Einwirkungen gestört werde.

Von den angestellten Beobachtungen theile ich nur diejenigen mit, welche sich auf elektrische Abstosungen in größern Entfernungen beziehen, und welche also die Simon'schen Versuche ergänzen. Die unterdrückten Versuche in kleinern Entfernungen bestätigen die aus den Simon'schen Versuchen gezogenen Resultate vollkommen. Ich darf hier nicht verschweigen, daß ich aus den Reihen der mitzutheilenden Versuche drei Versuche auslasse, und dieses darum, weil sie durch äußere Störungen mißlungen waren. Alle übrigen Versuche werden sämmtlich mit aller Treue mitgetheilt.

Ich habe die Versuche in drei Abtheilungen gebracht; die in der Abtheilung I. sind bei schwacher Elektrisirung angestellt, die in der Abtheilung II. bei stärkerer Elektrisirung, und endlich die in der Abtheilung III. bei noch stärkerer Elektricität.

Ich habe unter der Rubrik *Fehler der ersten Bestimmung* die Correction angegeben, die bei dieser GröÙe anzubringen wäre, damit die Beobachtung genau dem Coulomb'schen Gesetze entspräche. Diese Cor-

rection besteht vorab aus den Beobachtungsfehlern der beiden Belastungen und der beiden Entfernungen; dann ist auch in ihr mitbegriffen der Einfluss der Grösse, um welchen die Repulsions - Mittelpunkte auch hier noch hinter den geometrischen Mittelpunkten liegen. Wer dieses überlegt, und dabei bedenkt, dass $\frac{1}{8}$ Gewichttheil aus einem Drahtstückchen besteht, welches mit bloßen Augen nur auf hellem Grunde noch zu sehen ist; dass die Ansetzung von ein Paar Sonnenstäubchen das Gleichgewicht der Wage zu stören vermochte, dass auch dieses Gleichgewicht eine Veränderung in der Temperatur und der Feuchtigkeit der Luft einen merklichen Einfluss äusserte, der wird diese Correction nach ihrem wahren Werthe zu beurtheilen wissen. — Die Entfernungen sind in Theilen angegeben, deren 200 einen rheinländischen Decimalzoll ausmachen, und die Belastungen in den eben beschriebenen Gewichttheilen, wovon $8,4 = 0,001$ Gramm schwer sind,

Berechnete Beobachtungen über das

Abtheilung	Nro. der Beobacht.	Erste Entfernung	Zweite Entfernung	Erste Belastung
I	1	276	211	0,9
	2	263	204	0,9
	3	256	189	1,2
	4	263	220	1,8
	5	267	201	2,8
	6	207	123	2,5
	7	243	156	2,6
	8	313	173	2,6
	9	298	175	2,6
	10	312	151	2,6
	11	251	163	2,7
II	12	326	231	3,0
	13	226	151	4,6
	14	220	148	6,2
	15	271	173	7,3
III	16	209	159	10,0
	17	217	159	10,9
	18	228	187	11,4
	19	209	159	12,6
	20	239	133	13,0

Man erieht aus den mittlern Exponenten, daß für die zugehörigen Entfernungen die ungleiche Vertheilung der Elektricität auf der Oberfläche der Kugeln zwar einen geringern Einfluß auf die Abstossung ausübt, als bei den von Simon angewandten Entfernungen; daß dieser Einfluß aber innerhin noch merkbar bleibt. Will man ihn fast ganz beseitigen, so muß man zur Coulomb'schen Drehwage seine Zuflucht nehmen. Man könnte allerdings die Empfind-

Gesetz der elektrischen Abflöpfung.

Zweite Belastung	Correction der erst. Bel.	Exponent der Entf. denen die Belastung umgekehrt proport. sind	Mittlerer Exponent.
1,3	— 0,03	1,4	1,94
1,4	— 0,1	1,7	
1,8	— 0,2	1,4	
2,7	+ 0,1	2,3	
5,8	+ 0,4	2,5	
7,1	0,0	2,0	
6,3	0,0	2,0	
7,3	— 0,4	1,8	
8,3	+ 0,3	2,2	
10,7	— 0,1	2,0	
6,6	0,0	2,0	1,92
6,5	+ 0,2	2,2	
9,1	— 0,5	1,7	
12,9	— 0,3	1,9	
16,2	— 0,5	1,9	1,92
16,1	— 0,5	1,8	
20,9	0,0	2,0	
16,4	— 0,5	1,9	
21,9	0,0	2,0	
40,5	— 0,3	1,9	

lichkeit elektrischer Wagen noch vergrößern; man würde aber schwerlich viel dabei gewinnen, weil äußere Einflüsse zu störend auf sie einwirken. Die Drehwage ist störenden Einwirkungen von Außen viel weniger ausgesetzt.

Zusatz. Es ist wohl nicht unpassend am Schlusse der gegenwärtigen Abhandlung, noch eine ihr verwandte Arbeit zu berühren, da ich Gelegenheit habe, dieselbe durch Berichtigung eines Irrthums, mit den Resultaten unsers Hrn. Verfassers in Einklang zu

bringen. Auf ähnliche Art wie hier, ist nämlich schon im Jahre 1823 von Hrn. Dr. Kaemtz zu Halle (S. dessen *Dissertatio de legibus repulsionum electricarum mathematicis*) eine Untersuchung über den obigen Gegenstand angestellt worden. Das Resultat derselben, theils aus den Arbeiten Simon's, Parrot's, Mayer's u. s. w. gezogen, theils auf eignen Versuchen beruhend, weicht indess sehr von dem ab, was Coulomb und unser Hr. Verfasser gefunden, und ist kürzlich dies: daß die elektrischen Repulsivkräfte sich umgekehrt verhalten, wie die Potenz 1,2 der Entfernungen. Es liegt nicht in meiner Absicht zu untersuchen, worin diese Abweichung bei den von meinem Freunde angestellten Versuchen ihren Grund habe, indem derselbe dazu die Mittel am hinlänglichsten selbst besitzt. Ich kann jedoch nicht unerwähnt lassen, und dies veranlaßt die gegenwärtige Bemerkung, daß in der Berechnung der Simon'schen Versuche ein Fehler begangen ist. Der Abstand der Kugeln nämlich, wurde zwar ganz richtig auf die Mittelpunkte derselben bezogen und, da er schon in Graden ausgedrückt war, um 6° (unser Hr. Verf. hat dafür genauer 5°,8 genommen) vergrößert; allein die Neigungen des Wagebalkens gegen die Horizontallinie, die neben dem aufgelegten Gewicht die Größe der elektrischen Kraft messen, haben irrigerweise eine gleiche Vergrößerung erlitten, und dadurch ist der Exponent zu klein ausgefallen, im Mittel aus den 7 ersten Versuchen von Simon, zu 1,217. Hr. Dr. Kaemtz hat übrigens bei den Entfernungen die Chorden statt der Bogen genommen und auch die Kraft nach senkrechter Richtung auf dem Wagebalken zerlegt. Seine Formel:

$$x = \frac{\log \frac{bm + pm}{am} + \log \cos \frac{1}{2} b - \log \cos \frac{1}{2} a}{\log \sin \frac{1}{2} a - \log \sin \frac{1}{2} b}$$

liefert dieselben Resultate, welche unser Hr. Verfasser gefunden hat, wenn man in dem ersten Logarithmen des Zählers, für a und b , die von Simon direct beobachteten Winkel setzt, in den übrigen Ausdrücken aber, dieselben um 5°,8 oder 6° vergrößert. Hr. Dr. Neumann hieselbst, ist es, der mich auf Obiges aufmerksam machte; derselbe hat mir auch schon in diesem Sommer mündlich mitgetheilt, daß die Simon'schen Versuche, nach richtiger Berechnung, sehr nahe mit denen von Coulomb übereinstimmen. Ich brauche wohl kaum zu erwähnen, daß dieses den verdienstlichen Untersuchungen unseres Hrn. Verfassers keinen Abbruch thun kann.

R.

III.

Ueber neue Verbindungen von Kohlenstoff und Wasserstoff und über einige andere bei der Zersetzung des Oels durch Hitze erzeugte Substanzen;

von

Hrn. M. FARADAY *).

Es ist gegenwärtig allgemein bekannt, daß, wenn in den Anstalten für tragbares Gas das zum Gebrauch bestimmte Oelgas comprimirt worden ist, eine Flüssigkeit abgesetzt wird, welche sich fortnehmen und im flüssigen Zustande aufbewahren läßt. Der angewandte Druck beläuft sich auf 30 Atmosphären. Bei den Operationen geht das Gas, welches zuvor in einem Gasometer über Wasser enthalten ist, in einen grossen Recipienten und aus diesem mittelst Röhren in die tragbaren Gefäße. In dem Recipienten findet die hauptsächlichste Condensation Statt; aus dem Gefäße aber wurde die Flüssigkeit genommen, mit welcher ich arbeitete. Sie wurde vom Boden durch Oeffnung eines Kegelventils abgelassen, wobei gewöhnlich zuerst eine Portion Wasser und dann jene Flüssigkeit erscheint. Diese schäumt auf, so wie sie heraustritt und mittelst der Verschiedenheit im Brechungsvermögen kann man sehen, daß ein dichter durchsichtiger Dampf von der Oeffnung durch die Luft hernieder steigt. Das Aufbrausen geht indeß augenblicklich vorüber und die Flüssigkeit kann in gewöhnlichen mit Glastöpfeln oder selbst mit Kork verschlossenen Flaschen aufbewahrt werden. Eine dünne Phiole ist stark genug sie einzuschliessen. Ich erfuhr, daß 1000 Cubikfuß eines guten Gases fast eine Gallone (191 par. Cub. Zoll) von dieser Flüssigkeit liefern.

Sie ist dünnflüssig und leicht, zuweilen durchsichtig und farblos,

*) Aus dem Phil. Mag. Sept. 1825 p. 180. Frei und mit einigen Verkürzungen übersetzt. Eine vorläufige Nachricht von dieser Arbeit haben die Leser schon im Bd. 80. S. 469 erhalten.

zuweilen aber opalescirend, ist gelb oder braun, wenn das Licht durch sie hindurch geht, und grün, wenn es von ihr zurückgeworfen wird. Sie hat den Geruch des Oelgases. Wenn die Flasche, in welcher sie enthalten ist, geöffnet wird, so findet von der Oberfläche der Flüssigkeit eine Verdampfung Statt, und man kann mittelst der Streifen in der Luft sehen, dass Dämpfe von ihr aufsteigen. Hierbei kocht sie zuweilen, wenn ihre Temperatur um einige Grad erhöht worden ist. Nach kurzer Zeit hört aber diese reichliche Dampfbildung auf, und der zurückbleibende Antheil ist verhältnissmässig nicht flüchtig.

Diese Substanz hat ein specif. Gew. von 0,821, erstarrt nicht bei 0° F, ist völlig oder beinahe unlöslich in Wasser, dagegen sehr löslich in Alkohol, Aether, ätherischen und fetten Oelen. Sie ist neutral gegen Probefarben. In alkalischen Lösungen ist sie nicht auflöslicher, als in Wasser, und nur eine geringe Menge wird von diesen aufgenommen. Salzsäure hat keine Wirkung auf sie. Salpetersäure wirkt langsam auf sie und erzeugt salpetrige Säure, Salpetergas, Kohlensäure, und zuweilen Hydrocyansäure u. s. w.; doch ist die Einwirkung nicht heftig. Schwefelsäure wirkt auf eine sehr merkwürdige und besondere Weise, von welcher ich sogleich Gelegenheit haben werde, umständlicher zu reden.

Diese Flüssigkeit ist ein Gemenge von verschiedenen Körpern, welche, obgleich sie sich darin einander ähneln, dass sie sehr brennbar sind und vielen Rauch ausstossen, wenn sie in grosser Flamme brennen, dennoch vermöge ihrer verschiedenen Flüchtigkeit von einander getrennt werden können. Eine Portion von der Flüssigkeit, welche aus dem Condensationsgefässe genommen worden, nachdem der Druck wiederholt auf 30 Atmosphären gestiegen war, und welche man zur Zeit, als derselbe 28 Atmosphären betrug, schnell in eine Stöpselflasche gebracht und darin verschlossen hatte, wurde zu Hause in eine Retorte (flask) gethan und, nur durch die Hand erwärmt, der Destillation unterworfen. Die von ihr aufsteigenden Dämpfe, welche ein Sieden veranlassten, wurden bei 0° F. durch ein Glasrohr geleitet und von diesem in die Quecksilberwanne. Es ging indeß nur wenig uncondensirter Dampf über, nicht mehr als das Dreifache des Volumens (bulk) der Flüssigkeit; dagegen wurde in der kalten Röhre eine Flüssigkeit gesammelt, welche, wenn man

die Temperatur steigen liess, verdunstete und siedete. Die grosse Masse der zurückgebliebenen Flüssigkeit konnte nun zu einer verhältnissmässig hohen Temperatur erwärmt werden, bevor sie zum Sieden gelangte.

In einen anderen Theil der Flüssigkeit wurde ein Thermometer gebracht und solche Hitze gegeben, dass sich die Temperatur genau auf dem Siedepunkt erhielt. Als das Gefäss, welches die Flüssigkeit enthielt, geöffnet wurde, fing diese an bei 60°F. zu sieden. Nach Verjagung der flüchtigeren Theile stieg die Temperatur, und stand über 100°F. , ehe ein Zehntel (der Flüssigkeit) fort war. Die Temperatur fuhr fort allmählig zu steigen und hatte 250°F. erreicht, ehe die Substanz gänzlich verflüchtigt worden.

In der Hoffnung, einige besondere Substanzen von diesem offensbaren Gemenge abzuscheiden, wurde eine Quantität desselben destillirt und die Dämpfe in getrennten Portionen bei 0°F. condensirt, indem man die Vorlage wechselte, jedesmal, wenn die Temperatur um 10°F. gestiegen war, und die zurückbleibende Flüssigkeit beständig im Sieden erhielt. Auf diese Art wurde eine Reihe von Producten erhalten, die aber keinesweges beständig waren, denn die Antheile, welche z. B. übergingen, wenn die Flüssigkeit zwischen 160° und 170°F. siedete, fingen an bei einer abermaligen Destillation (für sich. *P.*) bei 130° zu sieden, und es blieb ein Theil zurück, der unter 200° nicht aufstieg. Durch wiederholte Rectificationen aller dieser Portionen und durch Zusammengiessung der gleichartigen Producte, gelang es mir, diese Unterschiede in den Siedepunkten zu verringern und sie zuletzt mehr auf eine Reihe von Substanzen einer verschiedenen Flüchtigkeit zurückzuführen. Bei diesen Operationen hatte ich Gelegenheit zu bemerken, dass der Siedepunkt beständiger war, bei oder zwischen 176° und 190° , als bei irgend einer anderen Temperatur; denn es destillirten grosse Mengen von der Flüssigkeit über, ohne diesen Grad zu verändern, während andere Theile aus der Reihe denselben beständig erhöhten. Dies veranlasste mich, in den zwischen diesen Punkten erhaltenen Producten, Substanzen von bestimmter Zusammensetzung nachzusuchen, und es gelang mir endlich, eine neue Verbindung von Kohlenstoff und Wasserstoff abzusondern, welche ich im Voraus (by anticipation) als Bicarburet of Hydrogen unterscheiden werde.

Doppelt Kohlen-Wasserstoff*). (*Bicarburet of Hydrogen*).

Diese Substanz wurde zuerst auf folgende Art erhalten. Röhren mit Portionen von den vorhin rectificirten Producten, wurden in eine Kältemischung von 0° F. gestellt. Viele dieser Producte wurden trübe, wahrscheinlich, weil Wasser zugegen war. Eins derselben, das bei 176° (worunter ich die Temperatur verstehe, bei welcher der Inhalt der Retorte siedet, als jenes überging) erhalten war, erstarrte zum Theil, indem sich Krystalle an den Seiten bildeten und in der Mitte eine Flüssigkeit zurückblieb; andere Portionen hingegen, von denen eine bei 186° und eine zweite bei 190° erhalten worden, erstarrten gänzlich. Als ein kalter Glasstab in eine dieser Röhren gebracht wurde, fand sich, daß die Masse einem beträchtlichen Drucke widerstand; bei Durchbrechung derselben wurde ein fester Theil auf den Boden der Röhre gedrückt und eine Flüssigkeit blieb darüber stehen. Die Flüssigkeit wurde abgegossen und dadurch der feste Antheil zum Theil gereinigt. Hierauf ließ man das in der Röhre Befindliche schmelzen, brachte es in eine weitere und stärkere Röhre und steckte in diese eine andere locker passende Röhre hinein. Beide Röhren waren natürlich am unteren Ende verschlossen. Hierauf wurde die Temperatur des Ganzen auf 0° F. erniedrigt, Fließpapier hineingebracht und mittelst der kleineren Röhre gegen die Oberfläche der erstarrten Substanz gepresst. Auf diese Art wurde durch mehrere Stücke Papier viel

*) Ich folge in der Benennung dieser Substanz der vom Hrn. Hofrath L. Gmelin eingeführten Terminologie, behalte aber der Kürze wegen im Texte den Namen Bicarburet bei. (P.)

von der Flüssigkeit entfernt und es blieb eine feste Substanz zurück, welche nicht flüssig wurde wenn sie nicht bis 28° oder 29° F. erwärmt worden. Um die Absonderung des permanent flüssigen Theiles zu vollenden, wurden die Substanzen schmelzen gelassen, in einer Form von Zinnfolie zu einem Kuchen ausgegossen und zwischen mehreren Lagen Fließpapiers unter der Bramah'schen Presse ausgepresst. Es war dabei Sorge getragen, das Papier, die Zinnfolie, den Flanell, die Breter und andere Sachen im Gebrauch, so nahe als möglich bis 0° (F.) zu erkalten, um dadurch die Lösung der festen Substanz in dem zu entfernenden flüssigen Theil zu verhindern. Zuletzt wurde sie über Aetzkalk destillirt, um alles Wasser abzusondern, was sie enthalten mochte.

Das Verfahren, welches mir im Allgemeinen zur Bereitung bloß dieser Substanz am Zweckmäßigsten zu seyn scheint, ist folgendes. Man destillire eine Portion von der bei der Zusammendrückung des Oelgases erhaltenen Flüssigkeit; setze die Producte bei Seite, welche gewonnen werden, ehe die Temperatur auf 170° steigt; sammle diejenigen, welche bei 180° übergehen; dann gesondert wiederum diejenigen, welche bei 190° überdestilliren und eben so die bei 200° und 210° . Die vor 170° erhaltenen werden bei einer abermaligen Destillation Portionen geben, welche man denen von 180° und 190° hinzuzufügen hat, und der bei 190° und darüber gewonnene Theil wird eben so, nochmals destillirt, Quantitäten liefern, die bei 180° , 190° übergehen. Nachdem man dadurch drei Portionen erhalten hat, bei 180° , 190° und 200° , destillire man sie eine nach der andern und fange die Producte zwischen

175° und 190° in drei oder vier Theilen bei successiven Temperaturen auf. Mit diesen verfahre man alsdann, wie zuvor beschrieben ist.

Wenn in der Flüssigkeit der Gehalt an Bicarburet nur gering ist, so geschieht es zuweilen, daß die Rectifikationen oftmals wiederholt werden müssen, ehe die bei 185° und 190° erhaltenen Flüssigkeiten in der Kälte Kryalle absetzen, d. h. ehe der in niederen Temperaturen flüßig bleibende Theil hinlänglich entfernt wird, daß eine so gesättigte Flüssigkeit zurückbleibe, die bei 0° F. krySTALLISIREN KÖNNE.

Das Bicarburet erscheint unter den gewöhnlichen Umständen als eine farblose, durchsichtige Flüssigkeit, die einen Geruch besitzt, der dem des Oelgases ähnlich ist und auch mit dem von Mandeln etwas gemein hat. Sein specifisches Gew. beträgt bei 60° F. nahe 0,85. Bis zu 32° F. erkaltet, wird es fest und krySTALLISIRT, wobei die Kryalle an den Seiten des Glases dendritische Gestalten zeigen. Als man Röhren, die dünne Häutchen von der festen Masse enthielten, in eiskaltes Wasser stellte und die Temperatur langsam steigen ließ, wurde gefunden, daß der Schmelzpunkt derselben nahe bei 42° F. liegt. Wenn die Substanz aber flüßig ist, kann sie, wie das Wasser und einige Salzlösungen, weit unter diesen Punkt erkaltet werden, ehe irgend ein Theil erstarrt. Beim Gefrieren zieht sie sich sehr zusammen; 9 Volumentheile werden nahe zu 8, und daraus folgt, daß ihr specif. Gewicht in diesem Zustande ungefähr 0,956 beträgt. Bei 0° F. erscheint sie als eine spröde, pulverförmige, weiße oder durchsichtige Substanz, nahe von der Härte des Huthuckers.

Der Luft ausgesetzt, verdampft sie gänzlich. Ihr Siedepunkt in Berührung mit Glas ist 186° F., das specifische Gew. ihres Dampfes, reducirt auf eine Temperatur von 60° , ist nahe $= 40$, wenn das des Wasserstoffgases $= 1$ gesetzt wird; denn 2,5 Gran lieferten 3,52 Cub. Zoll (engl.) an Dampf, bei 212° F. und 29,98 (Zoll engl.) Barometerstand. Andere Versuche gaben ein Mittel, welches diesem Resultate sehr nahe kam. Electricität leitet sie nicht.

Diese Substanz ist sehr wenig im Wasser löslich; sehr lösbar aber in fetten und ätherischen Oelen, in Aether, Alkohol u. s. w. Die alkoholische Lösung wird durch Wasser gefällt. Sie (die Substanz) brennt mit einer glänzenden Flamme und vielem Rauch. Wird sie in Sauerstoffgas gebracht, so steigt so viel Dampf von ihr auf, daß eine starke Knallluft entsteht. Wenn sie durch eine rothglühende Röhre geht, so setzt sie allmählig Kohle ab, und liefert Kohlenwasserstoffgas.

Chlor zu dieser Substanz in eine Retorte gebracht, übte nur geringe Wirkung aus, bis das Ganze ins Sonnenlicht gesetzt wurde, worauf sich unter geringer Wärmeentwicklung dichte Dämpfe bildeten. Zuletzt wurde Salzsäure erzeugt und zwei andere Substanzen, ein starrer krySTALLINISCHER Körper und eine dichte, dicke Flüssigkeit. Durch weitere Untersuchung wurde gefunden, daß keine dieser Substanzen in Wasser auflöslich ist, daß beide aber vom Alkohol gelöst werden, die Flüssigkeit leicht, der feste Körper mit mehrer Schwierigkeit. Beide scheinen dreifache Verbindungen von Chlor, Kohlenstoff und Wasserstoff zu seyn; jedoch verspare ich die Untersuchung dieser und

einiger ähnlichen Produkte bis zu einer anderen Gelegenheit.

Jod scheint innerhalb mehrerer Tage im Sonnenlicht keine Einwirkung auf die Substanz auszuüben; eine geringe Menge desselben löst sich in der Flüssigkeit auf und bildet eine karmesinrothe Lösung.

Kalium in der Flüssigkeit erhitzt, verlor nicht seinen Glanz und übte bei einer Temperatur von 186° keine Einwirkung auf dieselbe aus. Auflösungen von reinen und kohlenfauren Alkalien hatten keine Einwirkung.

Salpetersäure wirkte langsam auf die Substanz und wurde roth; letztere (the fluid) blieb farblos. Bis zu 32° erkältet, wurde die Substanz (das Carburet? *P.*) fest und von einer schön rothen Farbe, welche beim Schmelzen wieder verschwand. Der Geruch dieser mit der Säure behandelten Substanz war außerordentlich dem Mandelgeruch ähnlich, und wahrscheinlich ist es, daß Hydrocyan Säure gebildet wurde. Mit Wasser gewaschen, schien sie wenig oder gar keine Veränderung erlitten zu haben.

Schwefelsäure zu ihr über Quecksilber hinzugefügt, übte eine mäßige Wirkung auf sie aus; Hitze wurde wenig oder gar nicht entwickelt, Schwärzung fand nicht Statt, und schweflige Säure wurde nicht gebildet. Indess bekam die Säure eine hellgelbe Farbe und auf ihr schwamm ein Antheil einer klaren farblosen Flüssigkeit, welche ein Erzeugniß der Einwirkung zu seyn schien. Nach dem sie abgesondert worden, wurde gefunden, daß sie hell und klar war, daß sie nicht von Wasser oder weiter von Schwefelsäure angegriffen wurde, daß sie bei ungefähr 34° F. erstarrte und als-

dann weifs krySTALLINISCH und dendritisch war. Ferner war sie leichter als Wasser und auflöslich in Alkohol; die Lösung wurde durch eine geringe Menge Wasser gefällt, durch einen grossen Ueberschuss desselben aber wieder gelöst *).

Hinsichtlich der Zusammensetzung dieser Substanz scheinen meine Versuche zu beweisen, dass sie eine binaire Verbindung von Kohlenstoff und Wasser-

*) Die Wirkung der Schwefelsäure auf diese und die andern zu beschreibenden Verbindungen ist sehr merkwürdig. Sie ist häufig von Wärmeerregung begleitet und grosse Mengen dieser Körper, welche Elasticität genug besitzen um für sich allein bei dem gewöhnlichen Drucke als Dampf zu existiren, werden absorbiert. Schweflige Säure wird nicht erzeugt, auch wenn die Säure verdünnt worden, wird nichts von dem Gase, Dampfe, oder der Substanz abgefordert, ausgenommen eine geringe Menge eines besonderen Productes, welches aus der Wirkung der Säure auf die Substanzen entspringt und von der Säure (by it) aufgelöst wird. Die Säure vereinigt sich direct mit Kohlenstoff und Wasserstoff und ich finde, dass sie, mit Basen verbunden, eine besondere Klasse von Salzen erzeugt, welche einigermaassen den schwefelweinsäuren Salzen ähneln, aber doch von ihnen verschieden sind. Ich finde auch, dass Schwefelsäure das ölbildende Gas condensirt und sich mit ihm verbindet, ohne dass Kohle abgefordert und schweflige Säure oder Kohlen Säure gebildet wird. Diese Absorption belief sich innerhalb 18 Tagen auf 84,7 Volumina ölbildendes Gas gegen ein Volumen von Schwefelsäure. Die erzeugte Säure verbindet sich mit Basen u. s. w. und bildet eigenthümliche Salze, welche zu untersuchen ich noch nicht Zeit hatte, aber zur Absicht habe. Eben dasselbe gilt von den Producten, die durch die Wirkung der Schwefelsäure auf Naphtha (Bergnaphtha? P) ätherische Oele u. s. w. und selbst auf Stärkemehl und Holzfasern, so wie bei der Erzeugung von Zucker, Gummi u. s. w. entstehen, wo keine Verkohlungs (carbonization) Statt findet, sondern ähnliche Producte vorzukommen scheinen.

stoff ist und dass zwei Proportionen des ersteren Elementes mit einem des letzteren verbunden sind. Die Abwesenheit von Sauerstoff wird bewiesen durch die Nichteinwirkung des Kalis und durch die Resultate, welche man erhält, wenn die Substanz durch eine rothglühende Röhre geht.

Das Folgende ist eine der erhaltenen Resultate, als sie über erhitztes Kupferoxyd geleitet wurde. 0,776 Gran von der Substanz erzeugten, bei einer Temperatur von 60° und einem Druck von 29,98 Zoll, 5,6 Cubikzoll kohlensaures Gas und an Wasser wurde 0,58 Gran gesammelt. Die 5,6 Cub. Zoll Gas enthalten nach Rechnung 0,711704 Gran Kohlenstoff und die 0,58 Gran Wasser an Wasserstoff 0,064444 Gran.

Kohlenstoff	0,711704	oder	11,44
Wasserstoff	0,064444	•	1,00

Das Gewicht dieser Quantitäten ist nahe gleich dem Gewicht der angewandten Substanz und setzt man den Wasserstoff = 1, so ist der Kohlenstoff nicht weit von 12 oder zwei Proportionen entfernt. Vier andere Versuche gaben Resultate, die sämmtlich dem Obigen nahe kamen. Das mittlere Resultat war: 1 Wasserstoff und 11,576 Kohlenstoff.

Erwägt man nun, dass die Substanz zufolge ihrer Bereitungsart noch einen Antheil von dem bei 186° siedenden und bei 0° F. flüssigbleibenden Körper enthalten musste, welcher Körper, wie man weiterhin sehen wird, weniger Kohlenstoff enthält (nur ungefähr 8,25 auf 1,0 Wasserstoff), als die krySTALLisirte Verbindung, so denke ich, kann angenommen werden, dass das in den Versuchen gefundene constante, jedoch kleine Deficit an Kohlenstoff von diesem zurückgehaltenen Antheile

herrührte, und daß die krySTALLINISCHE Verbindung, wenn sie rein gewesen wäre 12 Gewichtstheile Kohlenstoff auf 1 Gewichtstheil Wasserstoff oder zwei Proportionen von dem ersteren Elemente und eine von dem letzteren geliefert haben würde

2 Proportionen Kohlenstoff	12	} 13 Bicarbutet.
1 Proportion Wasserstoff	1	

Dieses wird durch diejenigen Resultate bestätigt, welche mir bei der Verpuffung des Dampfes der Substanz mit Sauerstoffgas zu erhalten gelangen. So wurde in ein Sauerstoffgasvolum, welches bei 62° F. dem von 8092 Gran Quecksilber gleich kam, so viel von der Substanz hineingebracht, daß sie gänzlich verdampfte. Das Volumen wuchs zu dem von 8505 Gran an, folglich belief sich der Dampf auf 413 Theile oder nahe auf $\frac{1}{20,6}$ des Gemenges. Sieben Volumina dieses Gemenges wurden in einem Eudiometer mittelst des elektrischen Funkens verpufft und dadurch nahe auf 6,1 verringert; diese mit Kali behandelt, wurden weiter auf 4 vermindert, welche reines Sauerstoffgas waren. Mithin waren 3 Volumina des Gemenges verpufft worden, von welchen die dampfförmige Substanz nahe 0,34, und das Sauerstoffgas 2,65 ausmachte. Die Kohlen säure belief sich auf 2,1 Vol. und mußte ein gleiches Volumen an Sauerstoffgas verbraucht haben, so daß 0,55 für die Quantität des Sauerstoffgases übrig blieb, welche sich mit dem Wasserstoff verbunden hatte, um Wasser zu bilden und welche zusammen mit 0,34 Vol. Dampf nahe gleich ist der Verringerung von 0,9.

Man wird zugleich sehen, daß der für den Kohlenstoff erforderliche Sauerstoff 4mal so viel betrug, als

der für den Wasserstoff, und daß das ganze Resultat auch wenig von der folgenden, zum Theil aus den vorhergehenden Versuchen abgeleiteten, theoretischen Bestimmung abweicht. Ein Volumen vom Dampfe erfordert 7,5 Vol. Sauerstoffgas zu seiner Verbrennung; 6 Vol. von dem letzteren verbinden sich mit Kohlenstoff zur Bildung von 6 Vol. Kohlensäure, und die übrigen 1,5 Vol. vereinigen sich mit Wasserstoff, um Wasser zu bilden. Der in dieser Verbindung vorhandene Wasserstoff entspricht daher 3 Volumina, obgleich er in seiner Vereinigung mit Kohlenstoff zu einem Volumen verdichtet ist; von dem letzteren Elemente (dem Kohlenstoff) sind 6 Proportionen oder 36 Gewichtstheile zugegen. Ein Volumen der Substanz in Dampfgestalt enthält folglich:

Kohlenstoff	$6 \times 6 = 36$
Wasserstoff	$1 \times 3 = \underline{3}$
	39

und ihr specifisches Gewicht wird 39 seyn, wenn das des Wasserstoffes gleich 1 ist. Andere Versuche derselben Art gaben Resultate die hiemit übereinstimmten.

Unter den flüssigen Producten, welche von der ursprünglichen Flüssigkeit erhalten wurden, befand sich eine, die wie zuvor erwähnt, dadurch bereitet war, daß man die bei 180° oder 190° überdestillirte Portion der Temperatur 0° F. aussetzte. Diese kam zwar im Siedepunkt mit der schon beschriebenen Substanz überein, wich aber darin von derselben ab, daß sie bei niederen Temperaturen flüssig blieb. Ich war begierig, diese mit einander zu vergleichen, war aber nicht im Stande, diesen Körper von dem Bicarburet zu trennen,

von welchem er natürlich bei 0° F. gesättigt ist. Der Siedepunkt desselben lag sehr constant bei 186° . In seinem allgemeinen Verhalten, in Lösbarkeit, Brennbarkeit, Wirkung auf Kalium u. s. w. stimmte er mit der schon beschriebenen Substanz völlig überein. Sein specifisches Gewicht betrug 0,86 bei 60° F. 1,11 Gran von dieser Substanz gaben bei 212° F. 1,573 Cubikzoll Dampf, gleich 1,212 Cbzll. bei 60° F. Hienach würden 100 Cbzll. ungefähr 91,6 Gran wiegen und das Gewicht desselben nahe 43,25 seyn (Wasserstoffgas zur Einheit *P.*). Bei einem Versuche gaben 1,72 Gran, an Dampf 2,4 Cubzll. bei 212° , gleich 1,849 Cubzll. bei 60° und diesem nach wäre das Gewicht von 100 Cubzll. = 93 Gran und das specifische Gewicht desselben zu dem des Wasserstoffgases wie 44 zu 1. Dies ist wahrscheinlich der Grund, warum das specif. Gewicht des Bicarburets in Dampfgestalt durch den Versuch größer gefunden wurde, als es der Theorie nach seyn müßte, wenn es rein gewesen wäre.

Schwefelsäure wirkte weit kräftiger auf diese Substanz, wie auf das Bicarburet, denn es wurde viel Hitze entwickelt, starke Färbung (Discolouration) verursacht und es fand eine Scheidung Statt in eine dicke, schwarze Säure und eine gelbe leichtere Flüssigkeit, welche bei der gewöhnlichen Temperatur aller weiteren Einwirkung widerstand.

0,64 Gran von dieser Substanz wurden über erhitztes Kupferoxyd geleitet und dadurch 4,51 Cbzll. Kohlensäure-Gas und 0,6 Gran Wasser erhalten. Der Kohlensäure und dem Wasser entsprechen:

$$\text{Kohlenstoff} = 0,573176 \text{ oder } 8,764$$

$$\text{Wasserstoff} = 0,066666 = 1,000$$

Die Substanz mußte aber viel von dem Bicarburet enthalten; es ist also klar, daß, wenn sie in reinem Zustande gewesen wäre, der Kohlenstoff weit unter die obige Menge gekommen seyn, und die Verbindung sich dem einfachen Kohlenwasserstoff, welcher von jedem Bestandtheil ein Proportional enthält, genähert haben würde.

Neuer Kohlenwasserstoff.

Unter den verschiedenen anderen Producten aus der condensirten Flüssigkeit scheint nächst dem Bicarburet die bestimmteste diejenige zu seyn, welche am flüchtigsten ist. Wenn eine Portion von der ursprünglichen Flüssigkeit durch die Hand oder auf andere Weise erwärmt wird, und man die aufsteigenden Dämpfe bei 0° F. durch ein Rohr leitet, so geht eine sehr geringe Menge von unverdichtetem Dampf in die Quecksilberwanne; aber in der Röhre wird nach einiger Zeit eine Portion einer Flüssigkeit gefunden, die sich dadurch auszeichnet, daß sie, ein wenig über 0° F. erwärmt, zu kochen anfängt und ehe sie 32° F. erreicht hat, sich gänzlich in Dampf oder Gas verwandelt, welches man über Quecksilber sammeln und aufbewahren kann.

Dieses Gas ist sehr brennbar und brennt mit glänzender Flamme. Das specif. Gewicht der Portion, welche ich erhielt, fiel zwischen 27 und 28; das des Wasserstoffgases = 1 gesetzt. Dann als 39 Cubikzoll davon in eine luftleere Glaskugel gebracht wurden, fand sich, daß diese bei 60° F. und 29", 94 Baromet. an Gewicht 22,4 Gran zugenommen hatte. Folglich wiegen 100 Cubzll. nahe 57,44 Gran (engl. Maasse).

Bis zu 0° F. erkaltet, condensirte es sich wieder. In diesem Zustande wurde, in einer hermetisch verschlossenen Röhre von bekannter Capacität, das Volumen einer gegebenen Gewichtsmenge von der Substanz bei gewöhnlicher Temperatur bestimmt. Dieses mit Wasser verglichen, gab das specif. Gewicht der Flüssigkeit zu 0,627 bei 54°. Sie ist daher unter den bekannten festen oder flüssigen Substanzen die leichteste.

Dieses Gas oder dieser Dampf wird vom Wasser beim Schütteln damit in geringer Menge aufgelöst. Alkohol löst sehr viel davon und man erhält eine Lösung, die auf Zusatz von Wasser aufbraust und eine beträchtliche Menge des Gases frei werden läßt *). Die alkoholische Lösung hat einen besonderen Geschmack und ist neutral gegen Probepapiere.

Olivöl löst ungefähr das Sechsfache seines Volumens vom Gase auf. Lösungen von Alkalien wirken nicht darauf, eben so wenig wie Salzsäure.

Schwefelsäure absorbirt das Gas in sehr grosser Menge, dem Volumen nach mehr als das Hundertfache. Zuweilen ist die Absorption vollkommen, zuweilen aber bleibt eine geringe Menge eines Gases zurück, welches mit blafsblauer Flamme brennt und das Product einer zu raschen Einwirkung zu seyn scheint. Bei der Einwirkung wird grosse Hitze erzeugt, schweflige Säure aber nicht. Die Säure schwärzt sich stark, hat einen besondern Geruch und wird auf Verdünnung gewöhnlich trübe, ohne indeß ein Gas zu entwickeln. Es wird eine bleibende Verbindung von der Säure mit Kohlenstoff und Wasserstoff erzeugt, welche, wie zuvor erwähnt, mit Basen sich vereinigt.

*) Eine nicht gewöhnliche Erscheinung.

Es wurde eine Mischung von 2 Vol. Dampf mit 14 Vol. reinen Sauerstoffgases gemacht, und eine Portion davon in einer Endiometerröhre verpufft. 8,8 Vol. dieses Gemenges verringerten sich mittelst des elektrischen Funkens auf 5,7 Vol. und diese durch Kallilösung weiter auf 1,4 Vol., welche Sauerstoffgas waren. Es waren mithin 7,4 Vol. verbraucht worden, die bestanden aus:

Dampf von der Substanz	1,1 Vol.
Sauerstoffgas	6,3 -
erzeugte Kohlensäure	4,3 -
Sauerstoffgas in der Kohlensäure	4,3 -
Sauerstoff mit Wasserstoff sich vereinigend	2,0 -
Verminderung durch den elektrisch. Funken	3,1 -

Dies ist nahe so, als wenn ein Volumen von dem Dampfe oder Gase 6 Vol. Sauerstoff erfordert hätte, 4 Vol. von diesem zur Bildung von 4 Vol. Kohlensäuregas und die übrigen 2 Vol. mit 4 Vol. Wasserstoff zu Bildung von Wasser verbraucht worden wären. Hiernach sind 4 Vol. oder Proportionale Wasserstoff = 4 mit 4 Proportionalen Kohlenstoff = 24 verbunden, um ein Volumen Dampf zu bilden, dessen specifisch. Gewicht deshalb = 28 seyn wird. Dies ist nur wenig von dem specifischen Gewicht entfernt, welches in den vorhergehenden Versuchen wirklich gefunden ward, und da man weiß, daß dieser Dampf kleine Antheile von den anderen Substanzen aufgelöst enthalten mußte, so ist nicht zu bezweifeln, daß dieser auch so zusammengesetzt gefunden worden, wenn er rein gewesen wäre.

Da die Verhältnisse der Elemente in diesem Dampfe die nämlichen zu seyn scheinen, wie in dem öl-

Bildenden Gase, so wurde es von Interesse, zu untersuchen, ob Chlor auf denselben die nämliche Wirkung habe, wie auf den letzteren Körper. Es wurde also Chlorgas mit diesem Dampfe in einer luftleeren Retorte zusammen gebracht. Eine rasche Verbindung beider fand Statt, es wurde viel Hitze entwickelt und eine Flüssigkeit erzeugt, die dem Chlor-Kohlenwasserstoff, oder der bei demselben Prozeß aus ölbildendem Gase zu gewinnenden Substanz ähnlich war. Sie war durchsichtig, farblos und schwerer als Wasser. Sie besaß den nämlichen süßen Geschmack, wie jene, der jedoch hernach von einer aromatischen, langanhaltenden Bitterkeit begleitet war. Sie war überdies aus ungefähr gleichen Volumentheilen von Dampf und Chlorgas zusammengesetzt und konnte also nicht mit dem Hydrochlorid aus ölbildendem Gase einerlei seyn, weil sie doppelt so viel Kohlenstoff und Wasserstoff enthielt, wie jenes. Sie wurde daher mit einem Ueberschuß von Chlorgas im Sonnenlicht behandelt. Es fand eine langsame Einwirkung Statt, es wurde noch Chlorgas mit der Substanz verbunden, Salzsäure gebildet und zuletzt eine zähe Flüssigkeit erhalten, die eine Tripelverbindung von Chlor, Kohlenstoff und Wasserstoff war. Dies ist ein merkwürdiger Umstand und zeigt abermals, daß, obgleich die Elemente die nämlichen sind und in demselben Verhältnisse stehen wie beim ölbildenden Gase, sie dennoch in einem verschiedenen Verbindungszustand sich befinden.

* * *

Der Theil, welcher von der aus condensirtem Oelgas erhaltenen Flüssigkeit am flüchtigsten ist und an Elasticität unter den im Oelgase befindlichen Substan-

zen das ölbildende Gas am nächsten erreicht, scheint bei 60° F. ungefähr eine Spannkraft von 4 Atmosphären zu haben. Um diese zu bestimmen, wurde ein Rohr zugerichtet, ähnlich wie in Fig. 6. Taf. 10 *), welche bei *ac* eine Quecksilberprobe enthielt und an den Enden offen war. Dasselbe wurde darauf von *a* nach *b* bis zu 0° F. erkaltet und in diesem Zustande als Recipient gebraucht, in welchen die ersten Producte von einer Portion der ursprünglichen Flüssigkeit hinein destillirten. Der Theil bei *b* wurde darauf mittelst einer Spirituslampe verschlossen und nach dem man so viel Dampf entwickelt hatte, daß derselbe bei *c* hinaustrat, wurde das Rohr daselbst ebenfalls zugeschmolzen. Das Instrument wurde nun wie in Fig. 7. Taf. 10 aufgestellt, bei *a* und *d* bis 0° F. erkaltet und die in *b* gesammelte Flüssigkeit durch die Hand oder durch die Luft rewärmt. Als sich in *d* eine für den Zweck hinlängliche Portion angesammelt hatte, wurde das ganze Instrument in Wasser von 60° F. untergetaucht und ehe der Dampf zurückgekehrt und gänzlich von der Flüssigkeit bei *b* absorbirt worden, der Druck auf die Probe in demselben aufgezeichnet. Zuweilen wurde die Flüssigkeit bei *d* rectificirt, indem man diesen Theil der Röhre erwärmte und bloß *a* kalt erhielt. Durch die größere Leichtigkeit der Flüssigkeit bei *d* wurde die Absorption bei *b* verhindert oder vielmehr verzögert, so daß die ersten Antheile, welche nach *b* zurückkehrten, sich in einer Schicht auflegten, welche die plötzliche Auflö-

*) Die besonderen Biegungen wurden dem Rohre deshalb gegeben, damit die Flüssigkeit, erforderlichen Falls, von *a* nach *d* zurückkehren könne, ohne nach *b* überzugehen.

lung in der Masse darunter verhinderten. Dieser Unterschied in dem specifischen Gewichte war leicht beim Umschütteln zu sehen, indem sich Streifen beim Vermischen erzeugten.

Auf diesem Wege wurde, wie zuvor erwähnt, gefunden, daß die höchste Expansivkraft der in dem Rohre enthaltenen Substanzen, bei 60° F., ungefähr 4 Atmosphären betrug. Da es nun keinem Zweifel zu unterliegen scheint, daß Antheile von den Substanzen, die nächst dem ölbildenden Gase am flüchtigsten sind, in der Flüssigkeit enthalten, und in dieser selbst geringe Mengen vom ölbildenden Gase aufgelöst waren; so kann angenommen werden, daß es im Oelgase keine Substanz giebt, die flüchtiger wäre, als diejenige, welche bei 60° F. einen Druck von 4 Atmosphären erfordert, abgerechnet die allgemein bekannten Verbindungen; oder in andern Worten, daß es von diesem Körper aufwärts zum ölbildenden Gase keine Reihe von Substanzen giebt, die inmitten liegende Grade von Elasticität besitzen, wie es der Fall zu seyn scheint von diesem Körper abwärts zu Verbindungen, welche 250° oder 300° zum Sieden erfordern.

Hinsichtlich dieser flüchtigeren Producte muß ich anführen, daß ich oft eine Substanz beobachtet habe, welche mit den bei 50° und 60° aufsteigenden Dämpfen übergeht in der Vorlage bei 0° F. in kleinen Nadeln krySTALLISIRT. Eine Temperatur von 8° bis 10° macht sie schmelzen und verschwinden. Sie sind ohne Zweifel eine besondere Substanz von bestimmter Zusammensetzung. Ihre Menge ist aber sehr gering oder wenigstens sind sie sehr lösbar in der sie be-

gleitenden Flüssigkeit, daher ich nicht im Stande war sie abzusondern oder näher zu untersuchen.

Ich wagte vor einiger Zeit bei der Liquefaction verschiedener Gase die Möglichkeit auszusprechen, daß Dampf-Lampen gemacht werden könnten, welche auf längere Zeit ein constantes Licht liefern würden, ohne einen hohen oder veränderlichen Druck zu erfordern, indem sie eine mit Glanz verbrennende Substanz enthielten, die bei einem Druck von zwei, drei oder vier Atmosphären und den gewöhnlichen Temperaturen flüssig, bei geringerem Drucke aber dampfförmig wäre. Solch eine Lampe habe ich gegenwärtig gemacht, indem ich die eben beschriebene Substanz als Brennmaterial gebrauchte. Für jetzt ist sie nur ein Gegenstand der Seltsamkeit und mag es vielleicht noch länger bleiben; allein möglich ist es, daß Verfahrensarten erdacht werden, durch welche sich die Substanz in größeren Quantitäten erzeugen und eine Anwendung dieser Art von practischen Nutzen machen läßt.

Von den übrigen Antheilen der Flüssigkeit aus condensirtem Oelgase.

Es ist zuvor erwähnt worden, daß bei wiederholten Destillationen verschiedene Produkte erhalten wurden, welche innerhalb nicht sehr veränderlicher Temperaturgränzen sieden, und beim Destilliren nicht in Portionen von einer verschiedentlichen Flüchtigkeit zerfallen, wie es immer bei den vorgehenden Destillationen der Fall ist. Obgleich ich wußte, daß diese Antheile Mengungen waren, vielleicht von unbekannten Stoffen, und gewiß in unbekannten Verhältnissen, so machte ich doch Versuche über ihre Zusammenset-

zung, und leitete sie über Kupferoxyd, in Hoffnung Resultate zu erhalten, welche auf richtige Ansichten über ihre Natur leiten könnten. Sie alle schienen binaire Verbindungen von Kohlenstoff und Wasserstoff zu seyn, wie die folgende Tafel über die erhaltenen Resultate zeigt. Die erste Kolumne enthält die Siedepunkte, bei welchen, wie zuvor erwähnt, die Produkte destillirten; die zweite den Wasserstoff als beständige Gröfse genommen, und die dritte den Kohlenstoff.

140° F.	. . .	I	. . .	7,58
150	. . .	I	. . .	8,38
160	. . .	I	. . .	7,90
176	. . .	I	. . .	8,25
190	. . .	I	. . .	8,76
200	. . .	I	. . .	9,17
210	. . .	I	. . .	8,31
220	. . .	I	. . .	8,46

Diese Substanzen besitzen im Allgemeinen die zuvor, als dem Bicarburet zukommend, beschrieben wurden. Sie alle widerstehen der Einwirkung von Alkalien, selbst diejenige, welche zu ihrem Sieden eine Temperatur über 250° erfordert; in diesem Punkte sind sie streng unterschieden von dem Oel, aus welchem sie erzeugt werden. Schwefelsäure wirkt augenblicklich auf sie, mit Erscheinungen, welche in Kürze schon beschrieben wurden.

Dr. Henry erwähnt in dem am 22t. Febr. 1821 vor der Königl. Gesellschaft vorgelesenen Aufsatze, der von Hrn. Dalton gemachten Entdeckung eines Dampfes im Oelgase, welcher ein größeres specif. Gew. be-

sitzt als das ölbildende Gas, mehr Sauerstoff zu seiner Verbrennung bedarf, aber nicht condensirbar ist durch Chlorgas. Hr. Dalton scheint Alles, was von Chlorgas condensirt wird, als eine neue und constante Verbindung von Kohlenstoff und Wasserstoff zu betrachten. Dr. Henry aber, welcher beobachtet hat, daß die Verhältnisse, welche dieser Dampf zu seiner Verbrennung erfordert, von 4,5 bis 5,0 Volumen, so wie die Mengen der dabei erzeugten Kohlensäure von 2,5 bis 3 Vol. variiren, war geneigt ihn als ein Gemenge von dem Dampfe eines höchst flüchtigen Oels mit den ölbildenden und mit anderen brennbaren Gasen zu betrachten. Derselbe erwähnt ferner, daß Naphtha in Berührung mit Wasserstoffgas einen solchen Dampf lieferte, und daß er erfahren habe, daß, wenn Oelgas in Gordon's Lampe condensirt werde, dasselbe eine Portion eines höchst flüchtigen Oeles absetze.

Ein Ungenannter hat, in den *Annals of Philosophy* N. S. Bd. 3. S. 37, aus den Versuchen des Dr. Henry gefolgert, daß die Substanz, deren Daseyn von Hrn. Dalton ausgemittelt worden, ein neues Gas *sui generis* sey, „aber eine Abänderung vom ölbildenden Gase, aus denselben Elementen und nach denselben Verhältnissen wie jenes zusammengesetzt, nur mit dem Unterschiede, daß die verbundenen Atome dreifach seyen, statt doppelt“, und diese Meinung hat der Dr. Thomson in seinen „*Principles of Chemistry*“ angenommen. Dieß, glaube ich, ist die Zeit, worin zuerst zwei gasförmige Verbindungen als daseyend angenommen worden sind, die von einander nur allein in Dichtigkeit abweichen; das Verhältniß von 3 zu 2 ist zwar nicht bestätigt worden, wohl aber der

wichtigere Theil der Behauptung, durch das Daseyn der S. 316 beschriebenen Verbindung, welche, wie das ölbildende Gas in denselben Verhältnissen aus Kohlenstoff und Wasser zusammengesetzt ist, aber doppelte Dichtigkeit besitzt *).

*) Was die Körper betrifft, die aus denselben Elementen und in denselben Verhältnissen zusammengesetzt sind, aber in ihren Eigenschaften von einander abweichen, so ist es wahrscheinlich, daß wir, nachdem wir jetzt auf sie aufmerksam gemacht sind, dieselben noch häufiger antreffen werden. Ich hatte früher Gelegenheit, eine Verbindung vom ölbildenden Gase mit Jod zu beschreiben (Phil. Tr. CXI. 72), welche bei der Analyse ein Proportional von Jod, zwei von Kohlenstoff und zwei von Wasserstoff lieferte (Quart. Journ. XIII. 429). Hr. Serullas erhielt durch Einwirkung von Kalium auf eine alkoholische Lösung von Jod, eine Verbindung, die in ihren Eigenschaften entschieden von der vorhergehenden abwich, aber, als sie analysirt wurde, dieselben Elemente in denselben Verhältnissen lieferte (Ann. de Ch. XX. 245. XXII. 172). [Herr Faraday stellte den Jod-Kohlen-Wasserstoff dar, indem er Jod in einer Atmosphäre von ölbildendem Gase dem Sonnenlichte aussetzte. Nach einer Weile bildeten sich farblose Kryalle, die nur aus diesen beiden Stoffen bestehen konnten, da das Gas, was nicht verschluckt wurde, reines ölbildendes Gas war. Durch Kalilösung wurde der neue Körper von dem überschüssigen Jod befreit, und er dann gesammelt und getrocknet. So dargestellt, ist er weiß, krySTALLINISCH und zerreiblich, schmeckt süß und riecht aromatisch, sinkt in Schwefelsäure von 1,85 spec. Gew. unter, und leitet Elektrizität nicht. Erhitzt, schmilzt er erst und *sublimirt sich dann unzersetzt*, zu durchsichtigen Prismen und Tafeln. Bloß geschmolzen, erstarrt er in Nadeln. Bei starker Hitze zersetzt er sich, indem Jod frei wird. Er ist nicht sehr brennbar, brennt aber, in die Weingeistflamme gehalten, unter Ausstossung von vielem Joddampfe und etwas Hydriodsäure, wobei die Flamme verringert wird. Wasser, Säuren und Alkalien lösen ihn nicht auf, wohl aber Alkohol und Aether; aus diesen Lösungen kann er wieder in Kryallen erhalten werden. Schwefelsäure löst ihn nicht auf, zersetzt ihn aber, wenn sie bis 300° oder 400° F. erhitzt wurde, wahrscheinlich nur vermöge dieser Temperatur, in Jod und in ein Gas, das muthmaßlich ölbildendes ist. Kalilösung wirkt sehr schwach auf ihn, selbst beim Sieden; zersetzt ihn aber allmähig (Phil. Tr. 1821. Auszug.) Als 4 Gran dieses Körpers in einem Glasrohr über erhitztes Kupfer geleitet wurden, bildete sich Jodkupfer (das aber nicht näher untersucht wurde (P.)) und 1,37 Kubikzoll = 0,413 Gran (engl.) reines ölbildendes Gas wurden frei. Hiernach, schließt Hr. F., besteht der Körper aus 1 Proport. Jod und 2 Proport. ölbilden-

Es ist klar, daß der von Hrn. Dalton und Dr. Henry. untersuchte Dampf nicht nur diese Verbin-

dem Gas, analog der Verbindung dieses Gases mit dem Chlorgase, die zuweilen Chloräther genannt wird (Journ. of Sc. XIII. 429. Auszug).

Hr. Serullas bereitete seinen *Jod-Kohlen-Wasserstoff* auf verschiedene Weise, unter andern auch dadurch, daß er Jod mit Alkohol übergoss, einen Strom von Chlorgas hineinleitete, bis alles Jod aufgelöst war, und nun die Flüssigkeit mit alkoholischer Aetzkalilösung sättigte. Das niederfallende jodsaure Kali wurde abfiltrirt, die gelbe Flüssigkeit eingeeengt, damit das Jodkalium möglichst heraus krySTALLISIRE, und nun zur Trockne verdampft, worauf der Jodkohlenwasserstoff durch Auswaschen mit Wasser, in welchem es fast unlöslich ist, völlig von jenem befreit wurde. Späterhin (Ann. de Ch. et Ph. XXII. 222) fand Hr. S., daß man dieselbe Verbindung schon dadurch erhalten könne, daß man eine Lösung des Jods in Alkohol, mit Aetzkali behandelt. Dieser Jodkohlenwasserstoff ist gelb und krySTALLISIRT in Flitterchen, schmeckt süß und riecht aromatisch, ähnlich wie Safran. Sein spec. Gew. ist ungefähr $= 2$. Wasser löst ihn nicht merklich. Alkohol (von 33° B.) löst bei gewöhnlicher Temp. $\frac{1}{8}$, bei 35° C. aber $\frac{1}{2}$ seines Gewichtes von ihm auf. Fette und ätherische Oele lösen ihn sehr gut. In Citronenöl gelöst, dem Sonnenlichte ausgesetzt, wird Kohle ausgeschieden und Jod frei gemacht. An freier Luft verdampft er bei gewöhnlicher Temperatur gänzlich. Bei 100° C. verflüchtigt er sich ohne Zersetzung. Bei 115° oder 120° C. aber, schmilzt er und *zersetzt sich*, *Joddampf steigt auf*, *Hydriodsäure wird erzeugt und eine sehr glänzende Kohle bleibt zurück*. Der Versuch läßt sich auf einem Blatte Papier vornehmen, ohne daß dieses sich bräunt (a. a. O. XX. 166). Hiedurch unterscheidet sich diese Verbindung wesentlich von der, welche Hr. Faraday entdeckte. Auf den Serullas'schen Jodkohlenwasserstoff haben Schwefel-, Salpeter- und Hydrochloresäure, so wie schweflige Säure und wässrige Chloreslösung keine Einwirkung, wohl aber Chlorgas im trocknen und feuchten Zustande. Die Produkte dabei sind verschieden nach der Menge des Chlorgases. Es entsteht eine feste krySTALLINISCHE oder eine flüssige ölarartige Verbindung (muthmaßlich die von Hrn. F. entdeckten Chlorkohlenstoffarten) je nachdem viel oder wenig Chlorgas im trocknen Zustand zugegen war; war es aber feucht, so werden Hydrochloresäure und Phosgen gas gebildet. Außerdem erzeugt sich unter allen diesen Umständen *Chlorjod*, neutrales bei Ueberschuß an Chlor, basisches im entgegengesetzten Falle. Ein Gramm dieses Jodkohlenwasserstoffs wurde mit trocknem Chlorgase in Ueberschuß behandelt, das erzeugte Chlorjod in Wasser gelöst, mit Kali gesättigt, und so 1,5 Grm. jodsaures Kali erhalten. Danach ist der Jodgehalt $= 0,8902$. Ferner wurden 0,5 Grm. auf bekannte Art mit Kupferoxyd behandelt, und an Kohlenensäure

„dung und etwas Bicarburet enthalten mußte, sondern auch Antheile von den andern Substanzen, die an-

(nach Reduction) 0,0789 Litr. = 0,1559 Gramm erhalten. Danach beträgt der Kohlenstoffgehalt = 0,0864. (Das Wasser wurde nicht bestimmt, auch der Inhalt der Verbrennungsröhre nicht weiter untersucht (P.)). Hr. S. schließt aus diesen beiden Versuchen, daß der Jodkohlenwasserstoff zusammengesetzt sey aus 1 At. Jod, 2 At. Kohlenstoff und 2 At. Wasserstoff. (Auszug aus d. Ann. de Chim. et Phys. XX. 165. XXII. 175 et 222.) P.]

Hr. Faraday führt als fernere Beispiele einer gleichen chemischen Zusammensetzung neben verschiedener Beschaffenheit, die Knallsäure und Cyansäure an. Ich übergehe dieses, da die dahingehörigen Aufsätze der Hrn. Liebig, Gay-Lussac und Wöhler in den Annalen Bd. 77. S. 87 u. 117 ausführlich enthalten sind; dagegen erlaube ich mir, aus dem neuesten Jahresberichte von Berzelius, folgende hieher gehörige Stelle herauszuheben. (P.)

„Der vorzüglichste Unterschied (zwischen dem knallsauren und cyansauren Silber) liegt darin, daß Wöhlers cyansaures Silber, für sich erhitzt, nicht explodirt, sondern nur mit geringer Hestigkeit zischend verbrennt, so wie auch in seinem Verhalten bei der Zersetzung mit Säuren, wobei die Cyansäure, wie auch aus dem Verhältnisse ihrer Bestandtheile folgt, ganz und gar in Kohlensäure und Ammoniak verwandelt wird, wenn sie in Berührung mit Wasser von ihrer Basis geschieden wird. Dagegen hat die Knallsäure die explodirende Eigenschaft, und bei der Zersetzung ihrer Salze durch Sauerstoffsäuren entsteht Ammoniak und Blausäure. Hieraus folgt unstreitig eine Verschiedenheit in der Zusammensetzung, und dieser Umstand kann vielleicht einen Wink über die Beschaffenheit dieser Verschiedenheit geben. Die Cyansäure besteht aus 2 Volumen Stickstoff, 2 Vol. Kohlenstoff und 1 Vol. Sauerstoff. Diese 2 Vol. Kohlenstoff haben, um Kohlensäure zu werden, 4 Vol. Sauerstoff nöthig, von welchen eins zuvor in der Cyansäure enthalten ist, die übrigen drei aber vom Wasser genommen werden müssen. Hiedurch werden aber 6 Vol. Wasserstoff frei, welche nun mit den 2 Vol. Stickstoff in der Cyansäure Ammoniak bilden. Wenn sich aber nun Cyan mit weniger Sauerstoff verbindet, so muß, wenn sich der Kohlenstoff zu Kohlensäure oxydirt, mehr Wasserstoff frei werden, als vom Stickstoff aufgenommen werden kann. Es ist aber sehr selten, daß eins der Elemente, welche große Affinitäten haben, bei diesen doppelten Zersetzungen in Freiheit gesetzt werde. Deshalb geschieht die Zersetzung des Wassers auf eine solche Weise, daß nicht die ganze Menge von Cyan zersetzt wird, sondern nur eine, dem überschüssigen Wasserstoffe entsprechende, Quantität Cyan übrig bleibt und mit jenem Blausäure bildet. Wenn es z. B. eine Verbindung von 4 Vol. Cyangas mit 1 Vol. Sauerstoffgas gäbe af

scheinend keine bestimmte Zusammensetzung haben. Daher erleidet es keinen Zweifel, daß die Menge dieser Dämpfe veränderlich seyn wird von dem Punkte der völligen Sättigung des Gases, wenn es über Wasser

„(d. h. worin das Cyan mit halb so vielem Sauerstoff wie in
 „der Säure verbunden wäre), so würden, bei der Zersetzung
 „von einem Atome dieser Verbindung auf Kosten des Wassers,
 „3 Atome Bicarbonat von Ammoniak und 1 Atom Blausäure
 „entstehen. Ich will hiemit keinesweges behaupten, daß die
 „Säure der Knallsalze diese Zusammensetzung habe, obgleich
 „eine solche Vermuthung sehr wahrscheinlich werden kann
 „durch Liebig's Analyse der feuchten Silber- und Quecksil-
 „ber-Fulminate, wobei, indem der Sauerstoff der Basis mit
 „in die Zersetzung der Säure einging, vollkommen dieselben
 „Produkte erhalten wurden, als wenn cyansaure Salze zerlegt
 „werden. Wenn man eine wirkliche Verschiedenheit in der
 „Zusammensetzung zwischen cyansaurem und knallsaurem Sil-
 „ber voraussetzt, so stimmt keine so nahe mit dem von Gay-
 „Lussac und Liebig erhaltenen Resultate überein, als die
 „nach der Formel: $\text{Ag} + \text{Cy}^4\text{O}$ (d. i. cyanigtsaures Silber-
 „oxyd, worin sich der Sauerstoff der cyanigten Säure zu dem
 „des Oxydes = 1 : 2 verhält), und es wäre dies diejenige
 „Zusammensetzung, welche, nach dem, was ich im vorigen Jah-
 „resbericht p. 114 anführte, unmittelbar aus Liebig's Ana-
 „lyse folgt, wenn das Wasser abgezogen wird. Der Cyan-
 „Gehalt wird dann fast gleich mit dem, welchen Gay-Lussac
 „und Liebig gefunden haben, aber der Silbergehalt um 1,8
 „pr. C. größer, und dann wäre in der Analyse, statt keines
 „Verlustes, ein Verlust von 2,67 pr. C. Dieser ist größer, als
 „man ihn in den Händen geschickter Experimentatoren als
 „möglich voraussetzen kann. Er ließe sich aber erklären,
 „wenn das zur Bestimmung des Silbergehaltes angewandte
 „knallsaure Silberoxyd, nicht eben so trocken war, wie das
 „mit Kupferoxyd verbrannte. Auch würde eine solche Zusam-
 „mensetzung den Umstand erklären, welchen sie bemerkt ha-
 „ben, daß bei der Zersetzung der knallsauren Salze mit Sauer-
 „stoffsäuren zwar die Wasserstoff haltenden Produkte, Blau-
 „säure und Ammoniak, entstehen, aber kein Aufbrausen; wo-
 „nach es, sagen sie, den Anschein hat, als werde keine Koh-
 „len Säure gebildet. Dieser letzte Fall ist nicht denkbar, aber
 „es ist möglich, daß ihr Volumen zu dem der Flüssigkeit zu
 „geringe war, als daß sie hätte mit Aufbrausen entweichen
 „können. Sie fanden ferner, daß 3,833 Grm. Doppelfulminat
 „von Silberoxyd und Baryterde, 1,585 Grm. Chlorbaryum ge-
 „ben. Dies ist genau so viel, als nach der eben supponirten
 „Formel erhalten werden mußte, und mehr als bei Annahme
 „der Cyansäure in den Fulminaten hätte erhalten werden müs-
 „sen.“ (Wöhler's Uebersetzung des Berzelius'schen
 Jahresberichtes für 1826.)

und Oel gestanden, bis zu unbekannten, aber viel geringeren Verhältnissen. Es ist deshalb für die Analyse des Oel- und Steinkohlengases von Wichtigkeit, Mittel zu besitzen, durch welche die Gegenwart und Menge jener bestimmt werden kann, und diese werden, so wie ich finde, durch den Gebrauch der Schwefelsäure, des Oels, u. s. w., vermöge der auflösenden Wirkung dieser auf jene, mit hinreichender Genauigkeit an die Hand gegeben.

Schwefelsäure ist in dieser Hinsicht ein sehr vortreffliches Mittel. Sie wirkt auf alle diese Substanzen augenblicklich und entwickelt keine schweflige Säure. Zwar bleibt, wenn die Menge der Substanz in Verhältniß zu der der Säure sehr beträchtlich ist, ein Körper zurück, der von der Säure nicht zerlegt oder mit derselben verbunden wird, und der weil er flüchtig ist, stets eine gewisse Menge von Dampf liefert; allein sobald die ursprüngliche Substanz nur als Dampf in einem gegebenen Gasvolumen, also in geringer Menge, vorhanden ist, so schadet dies nicht, da der Dampf von jener neuen durch die Wirkung der Säure erzeugten Substanz in der Säure selbst in geringer Menge auflöslich ist. Ich habe gefunden, daß, wenn auf ein Volumen des Dampfes von irgend einem der Produkte aus der Oelgas-Flüssigkeit, sey es für sich, oder gemischt mit 1, 2, 3, 4, bis 12 Vol. Luft, Sauerstoff- oder Wasserstoffgas, ein halbes oder ganzes Volumen Schwefelsäure einwirkte, dasselbe gänzlich absorbirt und weggeschafft wurde.

Wenn ölbildendes Gas zugegen ist, so hat man wegen der allmäligen Wirkung der Schwefelsäure auf

dasselbe noch mehr Sorgfalt bei den analytischen Untersuchungen zu nehmen. Ich fand, daß ein Vol. Schwefelsäure bei Ueberschuß von ölbildendem Gase innerhalb 24 Stunden ungefähr 7 Vol. im Halbdunkel eines Gemaches absorbirte; Sonnenlicht schien die Wirkung ein wenig zu vergrößern. Wenn das ölbildende Gas mit Luft oder Wasserstoffgas verdünnt war, so wurde die in einer gegebenen Zeit absorbirte Menge noch mehr verringert, und war in diesen Fällen kaum innerhalb 2 Stunden wahrzunehmen; ein Zeitraum, welcher zur Entfernung irgend eines der besonderen Dämpfe aus dem Oel- oder Steinkohlengas völlig hinreichend scheint.

Die Art, wie ich verfuhr, war im Allgemeinen die: daß ich über reinem Quecksilber *), das Gas, den Dampf oder das Gemenge in Glasröhre brachte und darauf mittelst einer gebogenen und mit einer Kugel versehenen Röhre die Schwefelsäure durch Blasen mit dem Munde durch das Quecksilber hindurchleitete. Die nachstehenden Resultate können den Prozeß erläutern:

Oelgas aus einem Gasometer.

Schwefelsf.			in 8'	in 1 ^h	in 2 ^h	Vermind. nach pr.Ct.
188 Vol.	+ 9,5 Vol.	verringern sich zu	155,0	148,5	146,4	22,12
107 -	+ 13,0 -		88,5	84,5	82,0	23,33
138 -	+ 5,2 -		113,7	108,0	106,5	22,82

*) Wenn das Quecksilber oxydirbare Metalle enthält, so wirkt die Schwefelsäure auf dasselbe und entwickelt schwefliche Säure. Es kann aber hinreichend gereinigt werden, wenn man es 24 Stunden lang mit Schwefelsäure in Berührung läßt und in der Zwischenzeit öfters umschüttelt.

Oelgas aus Gordon's Lampe.

	Schwefelf.		in 15'	in 30'	in 3h	Vermind. nach pr.Ct.
214 Vol.	+ 6,8 Vol.	verrin- gerten sich zu	183,3	180,8	176,0	17,75
159 -	+ 5,9 -		137,5	136,0	130,4	17,98
113 -	+ 12,2 -		98,0	96,0	92,0	18,58

Steinkohlengas von geringer Güte.

548,6 Vol.	+ 27,6 Vol.	verrin- gerten sich zu	533,3	529,2	529,0	3,57
273,6 -	+ 27,8 -		267,9	266,0	266,0	2,78
190,6 -	+ 13,1 -		186,0	184,2	184,1	3,41

Oel kann ebenfalls auf gleiche Weise zur Absonderung dieser Dämpfe gebraucht werden. Es condensirt ungefähr 6 Vol. von dem bei gewöhnlichen Temperaturen die grösste Elektricität besitzenden Dampfe, und es löst mit grosser Leichtigkeit die Dämpfe derjenigen Flüssigkeiten auf, welche höhere Temperaturen zu ihrem Sieden erfordern. Ich fand, dass aus Gemengen, die zur Verpuffung mit Luft und Sauerstoffgas gemacht wurden, der Dampf mittelst Olivenöl leicht abgeschieden werden konnte; und wenn ölbildendes oder ein anderes Gas zugegen war, so konnte die Lösung dieses in dem Oel dadurch verhindert werden, dass man das Oel vorher durch Schütteln mit ölbildendem Gase oder dem andern Gase sättigte, und es darauf zur Fortschaffung der Dämpfe anwandte.

Auf gleiche Weise können die weniger flüchtigen ätherischen Oele gebraucht werden, z. B. *trocknes* Terpentinöl, und selbst derjenige Antheil von der condensirten Flüssigkeit, welcher 220° bis 230° F. zu seinem Sieden erfordert. Dabei ist Sorge zu nehmen, dass die Ausdehnung des Gases durch den Dampf der Flüs-

figkeit gemessen werde, und dies kann leicht dadurch geschehen, daß man eine bekannte Menge gewöhnlicher Luft über jener Flüssigkeit als Vergleich (standard) aufbewahrt.

Was die Verhältnisse der verschiedenen Substanzen in der durch Condensation des Oelgases erhaltenen Flüssigkeit betrifft, so ist es außerordentlich schwer, irgend ein genaues Resultat zu erhalten, da eine unendliche Anzahl von Rectificationen erfordert wird, um die mehr flüchtigen Theile von den weniger flüchtigen zu trennen. Die folgende Tafel wird indess eine Annäherung geben. Sie enthält das, was 100 Gewichtstheile von der ursprünglichen Flüssigkeit bei fortwährendem Sieden in einer Flasche durch Verdampfung verloren hatten, jedes Mal wenn die Temperatur um 10° F. gestiegen war.

100 Theile von 58° hatten verloren bei 70	Theile:	Unterschied
	1,1	
80	3,0	1,9
90	5,2	2,2
100	7,7	2,5
110	10,1	2,4
120	13,2	3,1
130	16,1	2,9
140	19,3	3,2
150	22,4	3,1
160	25,6	3,2
170	29,0	3,4
180	44,7	15,7
190	68,1	23,4
200	84,2	16,1
210	91,6	7,4
220	95,3	3,7
230	96,6	1,3

Die rückständigen 3,4 Theile wurden unterhalb 250° mit geringer Zersetzung verjagt. Die dritte Kolonne giebt die Mengen, die zwischen jedem Zwischenraum von 10° verflüchtigt wurden, und zeigt, daß das, was zuvor als Bicarburet beschrieben ward, in reichlicher Menge zugegen war.

Daß diese Dämpfe zu der sehr hohen Leuchtkraft des Oelgases bedeutend beitragen, wird man leicht einsehen, wenn man erwägt, daß jenes Gas mit vielen derselben, besonders von der dichteren Art, völlig gesättigt ist. Als ich Portionen von einer Flüssigkeit destillirte, die sich in den zu einem Oelgas-Gasometer führenden Röhren abgesetzt hatten und mir von Hrn. Hennel in der Apothekerhalle, gegeben waren, fand ich, daß sie Anthteile von dem Bicarburet enthielten. Es wurde dadurch entdeckt, daß ich eine geringe Quantität von der bei 190° F. überdestillirenden Flüssigkeit, einer Kälte von 0° F. aussetzte, wobei die Substanz aus der Lösung heraus krySTALLisirte. Es ist also klar, daß das Gas, von welchem es abgesetzt worden war, mit ihm gesättigt gewesen ist. Als eine Portion frischen Steinkohlentheers destillirt wurde, konnte ich es in diesem — wie zu erwarten stand — nicht entdecken; jedoch war die Wirkung der Schwefelsäure hinreichend, um das Vorhandenseyn einiger dieser Körper im Steinkohlengas selbst nachzuweisen.

Was den wahrscheinlichen Nutzen der Flüssigkeit aus condensirtem Oelgas betrifft, so ist zunächst klar, daß es wegen seiner Flüchtigkeit, bei Hineinbringung in ein mit blasser Flamme brennendes Gas, eine solche Menge Dampf liefern wird, um dieses hell leuchtend zu machen; selbst der Dampf von denjeni-

gen Portionen, welche 170° , 180° und darüber zum Sieden erfordern, ist so dicht, daß er in geringen Mengen zu diesem Endzweck völlig hinreicht. Eine Wachskerze ward über Wasser in einer Flasche mit gemeiner Luft ausgebrannt, eine Portion von der bei 190° siedenden Flüssigkeit hineingeleitet und umgeschüttelt. Das Gemenge brannte darauf aus einer großen Oeffnung mit der hellen Flamme und dem Ansehen des Oelgases, obgleich natürlich weit mehr verbraucht wurde, als zu demselben Licht vom Oelgase erforderlich gewesen wäre. Zugleich hatte die Flamme keine Beimischung vom Blau, sie mochte groß oder klein seyn. Hr. Gordon hat, so wie ich erfuhr, den Gebrauch der Flüssigkeit in dieser Weise vorgeschlagen. Die Flüssigkeit ist auch ein vortreffliches Auflösungsmittel des Kautschuks und übertrifft in dieser Eigenschaft alle übrigen Substanzen. Sie ist schon zu diesem Endzweck angewandt worden. Auch entspricht sie allen Zwecken, wo wesentliche Oele als Lösungsmittel gebraucht wurden, wie z. B. zu Firnissen u. s. w. und in einigen Fällen, wo Flüchtigkeit erforderlich ist, übertrifft sie dieselben bei weitem, wenn sie rectificirt wird.

IV.

Ueber die Verdunstungskälte und deren Anwendung auf Hygrometrie;

VON

E. F. August, Prof. in Berlin.

(Fortsetzung.)

Es kommt aber hier auch noch ein zweiter, sehr bedeutender Umstand in Betrachtung. Sehr oft, wenn die Temperatur der Luft ziemlich hoch und die Feuchtigkeit derselben verhältnißmäßig gering ist, kann das Daniell'sche Hygrometer gar nicht zum Beschlagen gebracht werden. Ich werde späterhin einige Versuche der Art genauer angeben. In diesem Falle strömt offenbar dem Instrumente von Außen so viel Wärme zu, daß es durch die Verdunstung im Innern die zum Niederschlage des atmosphärischen Dunstes erforderliche Temperaturerniedrigung in seiner äußeren Oberfläche nicht erlangen kann. Ein ähnliches Wärmezuströmen von Außen her, wenn auch nicht ein so bedeutendes, müssen wir aber bei jedem Versuche annehmen; mithin wird die äußere Oberfläche nie genau dieselbe Temperatur haben, welche das Thermometer im Innern des Instrumentes angiebt, sondern eine höhere; und zwar wird begreiflicher Weise dieser Unterschied immer größer seyn, je größer die Differenz des Niederschlagepunktes und der Temperatur der äußeren Luft ist. Die Uebersicht

unserer Versuche (p. 87) bestätigt dies aufs Vollkommenste. Sie sind, wie man aus der vierten Spalte sieht, nach der Zunahme der Differenzen am Psychrometer geordnet, mit dieser hängt auch die Zunahme der Differenzen des Daniell'schen Hygrometers zusammen. Zugleich aber auch bemerkt man in der achten Spalte auf dem unteren Theile weit größere Differenzen als auf dem oberen, während in No. I. bei der ganzen Differenz von 1,4 am Daniell'schen Hygrometer die Abweichung nur 0,078 Millimeter beträgt, ist sie in No. 19. bei dem Unterschiede von $14,0^{\circ}$ schon auf 2,094 Millim. gekommen; was beinahe drittheil Grade Temperaturunterschied ausmacht. Dafs die Abweichung nicht ganz regelmäfsig steigt und fällt, liegt unter andern in der Unsicherheit über die Bestimmung des Punktes der Condensation des Dunstes am Daniell'schen Hygrometer, die bei den sorgfältigsten Beobachtungen doch immer noch ein Schwanken von 1° Centes. zuläfst. Die Erwägung dieser Umstände mufs uns geneigt machen, die Anzeigen des Psychrometers für zuverlässiger zu halten, da auch die Beobachtung desselben leichter und sicherer ist, also nicht so leicht Beobachtungsfehler entstehen können. Noch mehr wird uns die Brauchbarkeit des Psychrometers durch die Versuche bestätigt, welche mit demselben in verschiedenen erwärmter, aber gleich feuchter, Luft angestellt werden.

In der folgenden Uebersicht sind die Resultate einiger Versuche zusammengestellt, die im Sonnenschein gemacht worden sind. Hier ist keine vergleichende Beobachtung des Daniell'schen Instrumentes möglich; indess waren die Versuche gleichzeitig mit

solchen, die in der vorigen Uebersicht (St. 1. S. 87) enthalten sind und im Schatten angestellt waren, deren Nummer sich daher in der ersten Spalte findet; die letzte enthält die Differenz der Angaben des Psychrometers im Schatten von dem gleichzeitigen Versuche im Sonnenschein, der letztere als Minuendus betrachtet.

No.	tr. Th.	f. Th.	Diff.	Exp. a	Diff.
3	14,4	12,8	1,6	10,295	0,363
7	20,0	16,1	3,9	11,376	0,128
13	23,1	16,2	6,9	9,670	-0,208
14	25,3	16,4	8,9	8,649	0,088
15	23,9	16,1	7,8	9,035	0,488
16	27,8	19,3	8,5	11,705	0,702
18	28,0	18,0	10,0	8,387	-0,022
20	30,5	18,3	12,2	8,327	0,266

Die Abweichungen, die wir hier am Psychrometer selbst erhalten, sind lange nicht so bedeutend, wie die Abweichungen des Psychrometers vom Daniell'schen Hygrometer. Die Wirkungen der strahlenden Wärme, die in der allgemeinen Formel nicht berücksichtigt werden konnte, müssen wohl als die Hauptursache dieser Abweichungen angesehen werden. Daher auch die Angaben im Sonnenschein meistens ein größeres Resultat geben, wie im Schatten. Es werden zwar beide Thermometer durch die strahlende Wärme erhöht; dadurch kann aber der Fehler nicht ganz verschwinden. Die Differenzen sind bei solchen Versuchen größer, die man des Morgens anstellt, als bei denen, die des Mittags oder Abends gemacht werden. Diese Bemerkung fand ich durch sehr viele Versuche bestätigt, und die Erscheinung lässt sich, wie ich glaube, leicht erklären.

Die Luft ist in der Regel nach einer heiteren Nacht abgekühlt, kann also dem feuchten Thermometer nicht viel Wärme mittheilen; dahingegen wirken die Strahlen der Sonne schon mit bedeutender Kraft. Die Differenz also der durch Strahlung in der feuchten Belegung erzeugten Wärme gegen die aus der Luft mitgetheilte, ist bedeutender als des Mittags und Abends, wo die Luft schon durchwärmt ist.

Auch in solchen Fällen, wo das Daniell'sche Hygrometer selbst im Schatten keinen Hauchring zeigte, stimmten die Anzeigen des Psychrometers im Sonnenschein mit denen im Schatten ziemlich genau überein. Ich will hier nur zwei Fälle aus zehn Versuchen, die ich darüber zu machen Gelegenheit hatte, anführen.

	Barom.	t. Th.	f. Th.	Diff.	Exp. a	Diff.
1.	767,7	25,0	16,7	8,3	9,231	—
	—	20,3	14,2	6,1	8,570	0,661
2.	764,25	25,3	15,8	9,5	7,806	—
	—	22,9	14,5	8,4	7,547	0,261

Da nun einige Abweichungen der Resultate jederzeit auf die Beobachtungsfehler und auf die Mangelhaftigkeit der Dalton'schen Zahlen (die aber in den niedrigeren Temperaturen sehr gut mit den oben angeführten Gay-Lussac'schen Versuchen und mit meinen eigenen unmittelbaren Prüfungen stimmen) zu schreiben sind, so wird man aus dem bisher Gesagten das Psychrometer als ein zu hygrometrischen Versuchen geeignetes Instrument anzusehen haben. Sehr merkwürdig bleibt die Entdeckung, welche mich zuerst zu genaueren Untersuchungen veranlaßte, daß die halbe Differenz des Daniell'schen Instrumentes ziemlich genau mit der Differenz des Psychrometers

übereinstimmt. Dies zeigt besonders ganz auffällig die Vergleichung der vierten und fünften Spalte in der ersten Uebersicht der 20 Versuche. Die größte Abweichung beträgt in No. 18 *einen Grad*; dahingegen findet sich No. 17 vollkommene Uebereinstimmung. Die Abweichung im Mittel beträgt $0,3^{\circ}$. Da die Zahlen der fünften Spalte überwiegend größer sind als die der vierten, so wäre eine noch größere Uebereinstimmung zu erwarten, wenn beim Daniell'schen Instrument der oben bemerkte Mangel einer vollkommenen Uebereinstimmung des inneren Thermometers mit der Temperatur seiner Oberfläche gehoben werden könnte. Auf jeden Fall aber ist für Beobachtungen, wo nicht der größte Grad der Genauigkeit erfordert wird, genügend, die Differenz des Psychrometers als die Hälfte des Temperaturunterschiedes zu betrachten, den die äußere Luft gegen den Condensationspunkt des in ihr enthaltenen Dunstes hat.

Prüfungen der Formel auf diesen Punkt haben mir gezeigt, daß unter den Barometerständen, die nur irgend an einem Punkte der Erdoberfläche Statt finden können, immer eine ebenfalls mögliche Lufttemperatur Statt findet, bei der diese Uebereinstimmung vollkommen ist. Daher die Abweichung nie sehr bedeutend werden kann.

In gewissen Fällen läßt sich der Zustand der Feuchtigkeit in der Luft aus andern Umständen vermuthen; auch da habe ich die Anzeigen des Psychrometers recht bewährt gefunden. So z. B. gab das Daniell'sche Hygrometer am Abende des 15t. Septembers den Condensationspunkt des Dunstes bei $10^{\circ},6$ Centes. an; das Psychrometer, wie immer, etwas höher; so daß also

dieses noch mehr Feuchtigkeit in der Luft angab als jenes. Da nun in der Nacht, wie die Anzeigen eines Thermographen am folgenden Morgen um 6 Uhr ergaben, die niedrigste Temperatur der Luft $8,8^{\circ}$ Cent. gewesen war, und sich bis 6 Uhr noch nicht bedeutend erhöht hatte, so war zu erwarten, daß die Luft nicht mehr Feuchtigkeit enthalten konnte als bei $8,8^{\circ}$ im Maximum ist; denn so weit mußte die Feuchtigkeit durch Niederschlag in der Nacht vermindert worden seyn. In der That aber gab das Psychrometer bei einem Barometerstande von 756,4 Millimetern, am trocknen Thermometer die Anzeige $11,1^{\circ}$; am feuchten 10° , woraus sich nach der Formel auf eine Expansivkraft des Dunstes von 8,82 Millimeter schließen läßt. Die zu $8,8^{\circ}$ gehörige Expansivkraft im Maximum ist aber nach den Dalton'schen Zahlen 8,80 Millimeter. Man sieht hier eine sehr genaue Uebereinstimmung des Resultates der Beobachtung mit der Voraussetzung, zu welcher den Gesetzen der Verdunstung durchaus angemessene Schlüsse berechtigten.

Ueber die Brauchbarkeit des Psychrometers im Winter erwarte ich noch die nöthigen Erfahrungen. So viel scheint gewiß, daß in der allgemeinen Formel $\lambda = 550^{\circ} + 75^{\circ} = 625^{\circ}$ zu setzen seyn müßte, sobald das verdunstende Wasser im Ueberzuge der einen Thermometerkugel als Eis vorhanden wäre; weil die latente Wärme des Wassers gegen Eis $= 75^{\circ}$ angenommen wird.

Vollkommener kann überhaupt der Gebrauch dieses Instrumentes, dessen *Anzeigen* aber nicht so schwankend, wie die des Daniell'schen sind, erst dann werden, wenn man die in der Rechnung nöthigen

Zahlen mit vollkommener Richtigkeit wird ausgemittelt haben. Namentlich gilt dies auch für die Werthe von γ und k , die vielleicht nach Dulong's Entdeckungen über die mit der Temperatur zunehmende specifische Wärme der Körper nicht als so constante Gröfsen betrachtet werden können, als hier, aus Mangel an genügenden Vorarbeiten, noch geschehen ist.

Vergleichungen des Psychrometers mit dem Daniell'schen Instrument auf hohen Bergen sind eine sehr wünschenswerthe Prüfung desselben, die ich noch nicht habe vornehmen können. Die Luftpumpe kann hier keinen Ersatz geben; da die feuchte Thermometerkugel unter dem Recipienten rasch verdunstet und in jedem Augenblick das Feuchtigkeitsverhältniß in der abgesperrten Luft abändert.

Leslie's Hygrometer *) beruht bekanntlich auf ähnlichen Grundsätzen. Die Anwendung eines Differenzialthermometers scheint aber, obgleich das Instrument dadurch empfindlicher wird, nicht so bequem, weil auf ein solches manche andre Umstände störend einwirken könnten. Die Art und Weise der Berechnung ist von dem scharfsinnigen Erfinder jenes Instrumentes nur sehr oberflächlich angegeben worden; auch haben die über die Gesetze der Verdunstung von ihm aufgestellten Principien gegründete Ausstellungen von andern Physikern gefunden. Man kann sich aber der hier gegebenen Formel ebenfalls bei einem Leslie-

*) Beschrieben in dem kurzen Bericht von Versuchen und Instrumenten, die sich auf das Verhalten der Luft zu Wärme und Feuchtigkeit beziehen, von John Leslie, übersetzt und mit Anmerkungen von H. W. Brandes. Leipz. 1823.

schen Hygrometer bedienen, wenn man für $t - t'$ den zehnten Theil seiner Millefimalgrade setzt, danach t' bestimmt um e' finden zu können; t' muß anderweitig beobachtet werden. Den Namen *Psychrometer* (d. i. Verdunstungskältemesser, von $\psiυχρος$, nasskalt) halte ich deshalb für zweckmässig, weil durch das Instrument unmittelbar die Verdunstungskälte angegeben wird, aus welcher erst mittelbar der Feuchtigkeitszustand der Luft gefunden werden kann.

Tabellen zur Erleichterung der Rechnung, die in den gegebenen Beispielen nach der vollständigen Formel geführt ist, habe ich zwar für meinen Gebrauch schon angefertigt, trage aber Bedenken, sie eher öffentlich zu machen, bevor fortgesetzte Versuche mich über die Anwendbarkeit des Psychrometers auf Hygrometrie völlig belehrt haben werden. Bis dahin empfehle ich diese vorläufigen Bemerkungen der Aufmerksamkeit der Leser dieser Annalen, und würde mich freuen, durch dieselben zweckmässige Untersuchungen über einen so wichtigen Gegenstand wieder in Anregung gebracht zu haben *).

*) Der Mechanicus Herr J. G. Greiner jun. in Berlin (Friedrichsgracht No. 49.) ist auf meine Veranlassung jetzt damit beschäftigt, sehr genaue zu diesen Untersuchungen besonders geeignete Thermometer anzufertigen, die auch gleich so zusammengestellt werden können, daß man sich ihrer als Psychrometer bedienen kann. Eben derselbe giebt zu jedem Instrumente als Beilage sehr einfache Tabellen zur Bestimmung der Feuchtigkeit in der Luft, welche ich vorläufig für die Temperaturen über 0 so berechnet habe, daß die Expansivkraft in Pariser Linien daraus gefunden wird.

N. Schr.

Seit der Einsendung meines Aufsatzes habe ich mit einem von dem erwähnten meteorologischen Instrumentenmacher sehr genau angefertigten Psychrometer, auf welchem Fünftel eines Centesimalgrades unmittelbar abgelesen, die Zehntel also zuverlässig geschätzt werden können, sehr viele vergleichende Versuche zu machen und mich über die Anwendbarkeit der oben entwickelten Formel noch mehr zu überzeugen Gelegenheit gehabt. Die Annäherungsformel, welche für den mittleren Barometerstand berechnet wurde, giebt auf Pariser Linien übertragen den einfachen Ausdruck $e = e' - 0,26(t - t')$. Für diese Formel habe ich e' für alle Temperaturgrade von 0° bis 30° , von Zehntel zu Zehntelgrad in Pariser Linien aus Biots Tafel der Dalton'schen Zahlen berechnet, und eine Multiplicationstabelle von 0,26 hinzugefügt, so daß man also nur für t in der ersten Tafel den Werth von e' und für $t - t'$ aus der zweiten den Subtrahendus aufzufuchen hat, um dann durch eine einfache Subtraction die Expansivkraft des in der Luft enthaltenen Wasserdunstes in Pariser Linien zu finden. Diese Tabellen habe ich dem oben genannten Verfertiger des Instrumentes übergeben und noch die Formeln für die Berechnung der Gewichtsmenge des in einem preuss. Cubikfuß enthaltenen Wasserdunstes hinzugefügt, welche ich sehr nahe $x = \frac{1230 \cdot e}{1000 + 4t}$ finde.

Die Dalton'schen Zahlen selbst habe ich in den betreffenden Temperaturen durch folgende einfache Vorrichtung geprüft:

An einem ausgekochten kleinen Heberbarometer von 7 bis 8'', wie man sie gewöhnlich bei Luftpumpen anwendet, würde am Ende des offenen, mit dem geschlossenen gleich langen Schenkels eine Kugel angeblasen und mit Wasser gefüllt, welches dann durch Hitze sammt der darin enthaltenen Luft bis auf einen kleinen Rückstand herausgetrieben, und dann die Kugel geschlossen wurde. Indem nun die Wasserdünste erkalteten, sank das Quecksilber in dem zuerst verschlossenen Schenkel; in diesem befindet sich also die toricellische Leere und in dem andern Wasserdunst über dem Quecksilber. Aus dem Unterschiede des Standes in beiden Schenkeln ergibt sich nun die Expansion des Dunstes im Maximo. Um die Temperatur des Dunstes möglichst genau auszumitteln, ist die angeblasene Kugel, welche den Dunst enthält, in unmittelbarer Berührung mit der Kugel eines sehr empfindlichen Thermometers, und beide zugleich sind in Leinwand eingehüllt. Die Beobachtung wird nur gemacht, nachdem sich das Instrument mit der umgebenden Luft im Zimmer oder im Freien in thermometrisches Gleichgewicht gesetzt hat. Auf diese Weise fand ich:

- 1) bei 34° Fahrenheit die Expansivkraft des Dunstes 2,49''; nach Dalton 2,41''. (durch einen Versuch.)
- 2) bei 54° F. die Exp. des Dunstes 4,82'' (nach D. 4,81). (Mittel von 3 Versuchen.)
- 3) bei 63° F. die Exp. des Dunstes 6,49'' (nach D. 6,44). (Mittel von 7 Versuchen.)
- 4) bei 91° F. die Exp. des Dunstes 15,30'' (nach D. 15,81). (In einem einzelnen Versuche.)

In den Zwischenbeobachtungen traf ich dieselben Uebereinstimmungen an. Daher ich die Dalton'schen Zahlen in diesen Gränzen für ausreichend halte.

Die große Uebereinstimmung des Psychrometers mit dem Daniell'schen Hygrometer in so vielen Versuchen läßt schon einen großen Grad von Genauigkeit bei den erwähnten Zahlen vermuthen.

V.

Bemerkungen über die Klangfiguren der Scheiben;

von

E. F. F. CHLADNI.

In diesen *Annalen*, B. 80, St. 2. S. 205 findet sich eine Abhandlung von Herrn Strehlke, Lehrer der Mathematik in Danzig, welche verschiedenes enthält, womit ich nicht einverstanden seyn kann.

Nach S. 205 sollen Scheiben von Messing oder Glockenmetall vorzüglich zu Versuchen geeignet seyn, Glascheiben aber weniger, weil sie weniger rein und scharf begränzte Figuren geben sollen, als metallene. Dagegen muß ich aber bei meiner frühern Behauptung bleiben, daß Glascheiben in jeden Betracht besser sind, als metallene. Selten wird man eine Metallscheibe erhalten können, die homogen genug, d. i. überall von hinlänglich gleicher Dicke und Consistenz wäre, um Klangfiguren, besonders die zusammengesetzten regelmäsig und symmetrisch zu geben, wie man auch an den von Herrn Strehlke in Tab. III. und IV. dargestellten Figuren sieht, die alle ohne Ausnahme nichts anderes, als Verzerrungen regelmäsigter Figuren sind, und deren unzählig viele möglich sind, theils unwillkührlich durch Ungleichheiten der Dicke der Scheiben an verschiedenen Stellen, oder auch durch Abweichungen der Gestalt von der vollkommenen Genauigkeit, theils auch in mehrerem oder minderem

Grade willkürlich, durch kleine Abänderungen der Haltungsstelle. Weit leichter lassen sich unter mehreren Glascheiben, von denen die meisten nicht viel taugen und nur verzerrte Figuren geben würden, manche ausfinden, auf denen die Figuren bei gehörigem Verfahren ganz oder größtentheils regelmässig und symmetrisch sich hervorbringen lassen. Um brauchbare Scheiben auszufinden, wird es gut seyn, wenn man ein recht scharfes Augenmaß hat, um über die mehrere oder mindere Gleichförmigkeit der Dicke zu urtheilen. Dafs Glascheiben minder scharfe Figuren hervorbringen sollten, als Metallscheiben, ist ganz ungegründet. Welcher Schärfe und Genauigkeit die Figuren auf einer hinreichend homogenen Glascheibe fähig sind, davon kann ich einen jeden leicht durch den Augenschein überzeugen, und ich habe es auch besonders in meinen *Neuen Beiträgen zur Akustik* (Leipzig 1817) Tab. I bis III gezeigt, wo ich überhaupt die Schwingungen einer Quadratscheibe weit genauer, als in meiner *Akustik*, abgehandelt, und auch die Tonverhältnisse nebst den Fortschreitungen der Schwingungszahlen, so gut es sich thun liefs, zu bestimmen gesucht habe. Die Figuren habe ich alle wirklich hervorgebracht, ausgenommen die beiden letztern, welche ich nach der Analogie so dargestellt habe, wie sie sich an einer noch etwas gröfsern hinlänglich regelmässigen Scheibe zeigen würden.

Glascheiben gewähren auch wegen ihrer Durchsichtigkeit den Vorthail, dafs man ausser der gehaltenen Stelle noch eine, wenn es nöthig ist, unterwärts mit einem Finger gelind berühren, und dadurch die Schwingungsart, welche man verlangt, mit Wegdäm-

pfung solcher Schwingungsarten, die andere Figuren und Töne geben, sicherer darstellen kann. Dafs Glas-scheiben gellendere Töne geben sollen, als Metallscheiben, besonders als dünne Messingscheiben, die auch bisweilen unangenehme Töne geben, kann ich nicht finden, es würde dieses auch, wenn es auf Anstellung von Versuchen ankommt, nicht in Betracht kommen können.

S. 212 wird gesagt, 1) dafs die Knotenlinien nie gerade, sondern stets krumme Linien sind, und 2) dafs sie sich nie durchschneiden. Nun glaube ich wohl, dafs die Linien, welche Herr Str. erhalten hat, wie ich auch aus den von ihm gegebenen Figuren ersehe, nie gerade gewesen sind, und sich nie durchschnitten haben, weil seine Metallscheiben hierzu nicht homogen genug waren. Wenn aber eine Scheibe *hinreichend homogen und regelmässig ist und man gehörig verfährt*, so werden an Quadratscheiben und Rechteckscheiben die Figuren sich *so zeigen, wie ich sie dargestellt habe*, und es werden

1) *bei manchen Schwingungsarten alle, bei andern manche Linien gerade seyn;*

2) *bei mancher Schwingungsart werden gerade oder auch krumme Linien sich durchschneiden;*

3) *jede nicht (absichtlich oder aus Versehen) durch kleine Abänderungen der Haltungsstelle zu sehr verzerrte Figur wird vollkommen symmetrisch seyn, manche in normaler, manche in diagonalen Richtung betrachtet.*

Wenn an den Durchschnittsstellen der Sand mehr, als an andern Stellen liegen bleibt, so dafs sich an den Ecken die schwingenden Theile nicht scharf

rechtwinklig, sondern etwas hyperbolisch abgerundet zeigen, so liegt es nicht etwa daran, daß sich die Linien nicht wirklich schnitten, sondern die Ursache ist, weil in den Ecken die Excursionen der schwingenden Theile zu gering sind, und diese also nahe an den Ecken nicht Kraft genug haben, um den Sand eben so fortzuwerfen, wie es von den entferntern Stellen geschieht. Eben deshalb sind auch die Durchschnittsstellen allemal die schicklichsten, um die Scheibe zu halten.

Gegen den Gebrauch eines Werkzeugs, um die Scheibe zu halten, habe ich zwar nichts einzuwenden, ich finde es aber allemal leichter und bequemer, mich der bloßen Finger zu bedienen, wobei ich die Scheibe, wo möglich, allemal an einer Durchschnittsstelle der Linien, nicht aber am Rande halte, außer etwa in Fällen, wo eine Ausbiegung einer Linie sich am Rande befindet.

Die Schwingungsarten einer Quadratscheibe oder Rechteckscheibe werden auch nebst ihren Tonverhältnissen, welche eben so sehr müssen in Betrachtung kommen, als die Figuren, nie auf eine andere Art können der Natur gemäß geordnet werden, als nach der Zahl der Linien, die in die Länge und in die Quere entweder wirklich gehen, oder bei mancher Schwingungsart durch gewisse regelmässige und symmetrische Veränderungen oder Verzerrungen repräsentirt werden, so wie ich sie auch an Quadratscheiben in meinen *neuen Beiträgen zur Akustik* auf diese Art besser, als in der *Akustik*, geordnet habe.

Die allgemeinen ersten Elemente zur Beurtheilung der Klangfiguren sind folgende: Zwei einander durch-

schneidende Linien oder Theile von Linien können sich nach der einen oder nach der andern Richtung trennen, und mit andern benachbarten Linien sich auf mannigfache Art verbinden, so daß 2 oder mehrere in gleicher Richtung schwingende Theile (+ theils oder — theils) sich vereinigen. So können auch 2 gerade Linien oder Theile von geraden Linien sich krümmen, entweder *einwärts*, wo sie endlich einander durchschneiden, und sich auch wieder nach der andern Seite in zwei gekrümmte Linien, die gegen einander gekehrt sind, auflösen, und auch nach dieser Seite gerade werden können; oder *auswärts*, so daß sie von einander abwärts sich krümmen und bei noch mehr zunehmender Krümmung einen Kreis, oder vielmehr ein Viereck mit hyperbolisch abgerundeten Ecken bilden, welches sich auch nach der andern Seite zu in zwei krumme, und endlich in gerade Linien auflösen kann. Um dafür einen kurzen Ausdruck zu haben, nenne ich das erste: Abänderung oder Verzerrung durch *Concavität*, und das andere: Abänderung oder Verzerrung durch *Convexität*, und Figuren, in welchen eines von diesen vorherrschend ist, *concave* oder *convexe Figuren*. Es können also folgende Uebergänge von Linien oder Theilen von Linien nach der einen Richtung zu Linien oder Theilen von Linien nach der andern normalen Richtung Statt finden, bei denen jede Reihe bei Beurtheilung der Zahlen von Linien als gleichbedeutend anzusehen ist:

Uebergänge durch Concavität:

= ∪ ×)(||

Uebergänge durch Convexität:

= ∩ ○ () ||

Diese Grundzüge sind als das Alphabet zum Verständnisse der Klangfiguren anzusehen. Was hier einfach dargestellt ist, kann bei zusammengesetzteren Figuren sich wiederholt und in allen Abstufungen zeigen. Bei mancher Schwingungsart lassen sich diese Uebergänge ohne Veränderung des Tones durch eine geringe Veränderung der Haltungsstelle bewirken, am besten bei der, wo 3 Linien nach einer Richtung gehen, wo ich den Uebergang in meinen *Neuen Beiträgen zur Akustik* in Tab. I Fig. 6, und die geringe Verschiedenheit der Haltungsstelle in Tab. IV Fig. 69 dargestellt habe, so wie ich auch diese Uebergänge von Fig. 6 a bis e und zurück von e bis a in allen Abstufungen Jedem leicht zeigen kann. Manche Schwingungsarten und Reihen von Schwingungsarten, (an einer Quadratscheibe die meisten von denen, wo die Summe der vorhandenen Knotenlinien eine gerade Zahl ist) zeigen sich nie anders, als im regelmässigsten Zustande mit einer möglichst concaven oder möglichst convexen Figur, und im ersten Falle ist der Ton allemal tiefer, als im letztern.

In der *Wellenlehre* von Ernst Heinrich Weber, Professor in Leipzig, und Wilhelm Weber in Halle (Leipzig 1825), einem Buche, welches nicht nur in Beziehung auf die Wellen tropfbarer Flüssigkeiten, sondern auch auf die Schallwellen so viele neue und merkwürdige Resultate von Versuchen und richtige Ansichten enthält, daß jeder, der sich mit der Bewegungslehre oder mit der Akustik beschäftigt, es nicht füglich wird entbehren können, wird auch viel Interessantes über die Klangfiguren der Scheiben gesagt, und unter andern gezeigt, wie diese (stehenden, d. i. an ihrem Orte bleibenden) Schwingungen an Scheiben, Stäben, Saiten und auch in der Luft aus anfänglichen fortschreitenden Wellenbewegungen entstehen. Es ist den Verfassern auch gelungen, an tropfbaren Flüssigkeiten stehende Schwingungen oder Wellenbewegungen zu erregen, und sichtbar zu machen, die den Klangfiguren einer Scheibe analog sind.

Wenn Savart manche Resonanzfiguren mit den eigentlichen Klangfiguren verwechselt hat, wird dieses auch gehörig berichtet.

Chladni.

VI.

Versuche über die Geschwindigkeit des Schalles, gemacht in Holland,

von

Dr. G. MOLL, Prof. d. Phys. an d. Univ. z. Utrecht
und dem Dr. VAN BEEK *).

Die von Newton für die Geschwindigkeit des Schalles gegebene Formel:

$$c = \sqrt{\frac{g p}{D}}$$

ist, nach ihm, von mehreren der ersten Mathematiker untersucht und bewiesen worden. Wirkliche Versuche aber, die in verschiedenen Ländern und unter verschiedenen Umständen über die Geschwindigkeit des Schalles angestellt wurden, haben gezeigt, daß dieselbe in der Erfahrung fast um ein Sechstel größer ausfällt, als sie aus der Theorie abgeleitet werden kann.

Der berühmte Laplace erklärte diesen Unterschied zwischen dem Versuch und der Theorie dadurch, daß er zeigte, es könne derselbe der Wärme zugeschrieben werden, welche sich bei der durch die Schallwellen bewirkten Zusammendrückung der Lufttheilchen entwickelt. Man fand es unmöglich, die so entwickelte Wärmemenge zu bestimmen, und hielt es deshalb für nöthig die Newton'sche Formel mit einem constanten Faktor: $\sqrt{1 + k}$ zu multipliciren, dessen

*) Philos. Transactions for 1824 pt. II. p. 424. Im Auszuge.

Werth durch Versuche ausgemittelt worden. Newton's Formel, so umgeändert, ist:

$$c = \sqrt{\frac{p \cdot g}{D}} \sqrt{1 + k}$$

So wurde durch die Versuche der französischen Akademiker i. J. 1738, zu jener Zeit die genauesten über diesen Gegenstand, der Werth von k zu: 0,4254 gefunden. Es ist klar, daß diese Correction an der ursprünglichen Formel ganz empirisch ist, und von der Genauigkeit der Versuche abhängt; Versuche, die im Jahre 1738 gewiß noch nicht die Vollkommenheit erreicht hatten, welche gegenwärtig verlangt wird.

Dieserhalb wurde von Laplace jene Formel in die folgende verwandelt:

$$\sqrt{\frac{g \cdot p}{D}} \cdot \sqrt{\frac{c'}{c}}$$

in welcher c' die specifische Wärme der Luft unter constantem Druck, und c die specifische Wärme der Luft bei constantem Volumen bezeichnet*).

Mein Freund der Dr. Van Rees Professor an der Universität zu Lüttich hat über die Correction $\sqrt{\frac{c'}{c}}$ einen Beweis gegeben, welcher diesem Aufsatz noch beigefügt werden soll**) und mit dem von Poisson verglichen werden kann***). Der Werth von $\frac{c'}{c}$ wurde

*) Laplace in den Ann. de Chim. et Ph. III. 238.

**) Dissertatio de celeritate soni. Traject. ad. Rhen. 1818. (Dieser Beweis ist indess in den Philosoph. Transact. nicht enthalten. Ich werde ihn im nächsten Heft dieser Abhandlung hinzufügen und zwar so, wie er im Auszuge aus der hier genannten Dissertation schon vor längerer Zeit vom Hrn. Prof. Brandes für die Annalen bearbeitet worden ist. (P.)

***) Ann. de Chim. et Phys. Mai 1823. p. 5.

von Laplace aus den Versuchen des Hrn. Laroche und Berard*) bestimmt, und gleich 1,4954 gefunden; spätere und genauere Versuche der Herrn Gay-Lussac und Welter führten denselben jedoch auf 1,3748 zurück.

Eine andere Ursache der Differenz zwischen den wirklichen Versuchen über die Geschwindigkeit des Schalles und deren Theorie liegt in der veränderlichen Kraft des Windes, welcher die Geschwindigkeit des Schalles entweder beschleunigt oder verzögert, je nach der Richtung, in welcher er weht. Es scheint, als könne diese Fehlerquelle auf folgende Art vernichtet werden. Man erzeuge den Schall an beiden Enden der Standlinie genau zu gleicher Zeit und lasse die Geschwindigkeit, mit welcher sich derselbe von einem Ende der Standlinie nach dem andern hin fortpflanzt, durch zwei an diesen Endpunkten stationirte Beobachter messen. Es ist klar, daß die Wirkung des Windes den an einem Ende der Basis erregten Schall in seiner Geschwindigkeit nothwendig um eben so viel beschleunigen muß, als sie den vom andern Ende her verzögern wird, und daß so das Mittel aus diesen Geschwindigkeiten die Geschwindigkeit des Schalles in ruhiger Luft geben wird. Dieses Verfahren war von den französischen Akademikern bei ihren Versuchen im J. 1738 zwischen *Montlhéry* und *Montmartre* nicht angewandt worden. Nur an einer dieser Stationen wurden Kanonenschüsse gethan, während die Beobachter sich an der andern Station befanden, und dadurch blieb das Resultat mit dem ganzen Einfluß des

*) Ann. de Chim. Tom. LXXXV. p. 72.

Windes behaftet. Es wurde daher für nöthig gehalten, diese Versuche mit mehrerer Genauigkeit zu wiederholen und dieses geschah auf Vorschlag des Herrn Laplace mit grosser Sorgfalt durch die Herrn Arago, Prony, Mathieu, Bouvard, v. Humboldt und Gay-Lussac. Die Versuche wurden im Jahre 1822 auf der Basis von *Montlhéry* und *Villejuif* gemacht. In zwei auf einander folgenden Tagen, am 21. und 22. Juni 1822, wurden an jeder Station sieben Schüsse gethan und an der andern beobachtet; der Zeitunterschied zwischen den correspondirenden Schüssen an beiden Stationen war nicht grösser als 5 Minuten, und aus diesen sieben Schüssen wurde das Resultat abgeleitet.

Da Versuche der Art in diesem Lande niemals mit einer erträglichen Genauigkeit gemacht worden waren, so geruhten Se. Königl. Hoheit der Prinz Friedrich, zweiter Sohn seiner Majestät des Königs und Generalfeldzeugmeister, auf unsern Vorschlag die Wiederholung dieser Versuche zu genehmigen, und den Oberstlieut. Kuytenbrouwer, so wie die Officiere und Gemeinen des unter seinem Befehle stehenden Artilleriebataillons zu bevollmächtigen, uns jede mögliche Hülfleistung zu gewähren und an unseren Versuchen thätigen Antheil zu nehmen.

Als paßlich um diese Versuche zu machen, wurden zwei Orte in der grossen Haide in der Provinz Utrecht ausgesucht. Der eine von diesen ist ein kleiner Hügel, Namens *Kooltjesberg*; zwischen der Stadt *Naarden* und dem Dorfe *Blaricum*; der andere, etwas höhere, liegt rechts am Wege von *Utrecht* nach *Amersfoort*, sehr nahe bei der letzteren Stadt. Jeder dieser Orte ist

deutlich von dem andern her zu sehen; der Abstand zwischen beiden beträgt 17000 bis 18000 Meter. Unsere Zeit wurde mittelft zweier Chronometer gemessen, mit welchen uns der Marineminister huldreichst versehen hatte. Der eine war von Arnold verfertigt, der andere von unserem Landsmann Hrn. Knebel. Indefs wurde die Zeit zwischen dem Erblicken des Lichtes und dem Wahrnehmen des Schalles, also die Geschwindigkeit des Schalles, mittelft kleiner Uhren mit konischen Pendeln gemessen. Sie waren in Wechsel von Hrn. Pfaffius verfertigt und zu diesem Gebrauch ungemein zweckmäfsig befunden. Es ist bekannt, daß Huygens die Eigenschaften des konischen oder centrifugalen Pendels aufgefunden hat, allein, wenn wir nicht irren, sind zu ähnlichen Zwecken diese Uhren zuerst von dem deutschen Physiker Benzenberg angewandt worden *). Diese Uhren mit konischem Pendel theilen die 24 Stunden des Tages in 10 000 000 Theile und einer der Indices giebt $\frac{1}{1000000}$ Theil einer Decimalsekunde an. Dieser Index oder Sekundenzeiger steht, während die Uhr im Gange ist, so lange still, bis man eine gewisse Feder mit dem Finger niederdrückt, und kommt bei Zurückziehung dessel-

*) Eine Nachricht von diesen Uhren befindet sich in Gilberts Annalen d. Phys. 1804 Bd. 16. S. 494 und daselbst neue Reihe Bd. 5 S. 333. (In neuerer Zeit hat Hr. Dr. Fraunhofer eine Uhr mit Centrifugal-Unruhe bei dem von ihm für die Dorpater Sternwarte verfertigten grossen Refractor angewandt, um Gegenstände am Himmel unverrückt im Gesichtsfelde zu behalten, was sich durch eine Uhr mit gewöhnlicher Unruhe oder gewöhnlichem Pendel nur immer stofsweise bewerkstelligen liesse (Astron. Nachricht. No. 74. (P.))

ben augenblicklich wieder zur Ruhe. Der Index zeige nun auf 0° und die Feder werde von dem Beobachter genau in dem Augenblick niedergedrückt, in welchem derselbe das Licht von der andern Station erblickt. Der Index wird so lange fortfahren sich zu bewegen, bis, bei Wahrnehmung des Schalles, der Finger zurückgezogen wird, wodurch er augenblicklich gehemmt ist. Die Anzahl der ganzen Umläufe und Bruchtheile derselben, welche der Index zurückgelegt hat, giebt die Zeit, welche zwischen dem Lichte und dem Schalle verflossen ist. Eine solche Centrifugaluhr war an jeder Station. Ferner war jede derselben versehen mit einem guten Barometer, das sorgfältig mit einem Normalbarometer (Standard barometer) von Hrn. Dollond verglichen worden, mit mehreren von Hrn. Dollond und Newmann verfertigten Thermometern und überdies mit mehreren vortrefflichen Dollond'schen Fernröhren, die auf dazu eingerichteten Stativen so aufgestellt waren, daß man ohne Mühe die andere Station in das Gesichtsfeld bringen konnte. Die Feuchtigkeith der Luft wurde, zum ersten Male bei Versuchen dieser Art, mit dem Daniell'schen Hygrometer bestimmt. Die Richtung des Windes wurde mittelst sehr guter Windfahnen gefunden, welche die Artillerieofficiere errichtet hatten. An jeder Station hatte man einen Zwölfpfünder und einen Sechspfünder aufgefahen und Zelte aufgeschlagen, in oder nahe bei welchen die Instrumente aufgestellt wurden. Professor Moll war mit den Lientenants Renault und Dilg am Kooltjesberg stationirt, Dr. Van Beek mit den Lientenants Sommerton, Van Den Bylaardt und Seelig an der andern Station, welche

gemeiniglich *Zevenboompjes* oder *sieben Bäume* genannt wird, weil auf dieser isolirten Höhe sieben Bäume stehen. Mehrere Artillerie-Kadetten und Studenten von der Universität waren an beiden Orten mit Beobachtung der verschiedenen Instrumente beschäftigt.

Die Barometer und Thermometer wurden natürlich in freier Luft beobachtet; eben daselbst waren die Daniell'sche Hygrometer aufgestellt, und vermöge des Lichtes einer Kerze, das von der Kugelfläche reflectirt wurde, beobachtete man mit großer Genauigkeit die Ablagerung des Beschlages.

Es wurde für sehr wichtig gehalten, an beiden Stationen die Schüsse so nahe wie möglich zu gleicher Zeit zu thun. Um dies zu erreichen, war folgende Anordnung getroffen: Zu *Zevenboompjes* wurde am Nachmittage um 7^h 55' nach dem dortigen Chronometer, eine Rakete aufgeworfen, und so wie man dieselbe am *Kooltjesberg* erblickte, von dieser Station her mit einer zweiten Rakete darauf geantwortet. Dies war das Signal, daß an beiden Stationen Alles für die Beobachtung in Bereitschaft stehe. Um 8^h 0' 0'' nach dem Chronometer auf *Zevenboompjes* wurde an dieser Station eine Kanone abgefeuert und von den Beobachtern auf dem *Kooltjesberg* so genau wie möglich die Zeit ihres Chronometers aufgezeichnet, bei welcher sie das Licht erblickten. Ein zweiter Schuß wurde zu *Zevenboompjes* gethan um 8^h 5' nach dem dortigen Chronometer und die Zeit, bei welcher man auf dem *Kooltjesberg* das Licht gesehen hatte, am Chronometer daselbst sorgfältig aufgezeichnet. Auf diese Weise wurde die Differenz zwischen den Chronometern der beiden ungefähr 9 engl. Meilen auseinander liegenden

Stationen mit großer Genauigkeit bestimmt, und um zu sehen, ob diese Vorbereitung mit nöthiger Sorgfalt ausgeführt war, wurde an beiden Stationen ein Schuß gethan, in dem Augenblick als der Chronometer auf *Zevenboompjes* 8^h 10' 00" zeigte. Wurde das Licht der beiden Schüsse genau zu derselben Zeit gesehen, so gab dieses den Beweis, daß die Differenz zwischen beiden Chronometern bekannt war und die Versuche mit Sorgfalt gemacht worden.

Wir gestehen, es im Voraus nicht für möglich gehalten zu haben, daß die Kanonen bei einem Abstände von 9 engl. Meilen fortwährend genau zu gleicher Zeit abgefeuert werden könnten; allein die große Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit unserer Artilleristen besiegte diese Schwierigkeit. Zwischen unseren Schüssen an beiden Stationen war der Unterschied niemals größer als 1" oder 2", während derselbe bei den Versuchen der französischen Physiker im Jahre 1822 bis zu 5 Minuten ging. Die genaue Uebereinstimmung in dem Abschuern der Kanonen wurde auf folgende Weise erreicht: An jeder Station hatte ein Officier den Chronometer vor sich liegen auf einem kleinen Tisch sehr nahe bei der Kanone, und ein nicht beschäftigter Officier oder Kadet stand mit der Lunte am Zündloche bereit. In dem verlangten Augenblicke faßte der am Chronometer befindliche Officier den Arm der Person, die das Geschütz abzufeuern hatte, und dieses ging in demselben (very) Augenblick los. Bei einer geringen Uebung waren sie sicher die Kanone zu jeder gegebenen Sekunde abzufeuern.

In den ersten Nächten unserer Versuche, am 23t., 24t. und 25t. Juni 1823, erlitten wir dieselbe Unan-

nehmlichkeit, über welche sich die französischen Physiker in den ersten Nächten bei ihren Versuchen zu beklagen hatten. Die Schüsse von *Zevenboompjes* wurden gar nicht an der Station auf dem Kooltjesberg gehört. Aber auf *Zevenboompjes* wurden alle Schüsse von Kooltjesberg gehört. Nach der ersten Nacht gebrauchten wir beständig die metallenen Zwölfpfünder, geladen mit 6 Pfund Schießpulver. Am 26t. Juni wurden alle Schüsse auf dem Kooltjesberg gehört, aber nicht ein einziger auf der andern Station. Als indess der Wind in der folgenden Nacht umsprang, wurde eine gute Anzahl von korrespondirenden oder gleichzeitigen Schüssen an beiden Stationen deutlich gehört. Das Detail über die in diesen Tagen gemachten Versuche findet man in den Tafeln, welche diesem Aufsatze beigelegt sind. Die Vereitelung unserer Versuche in den ersten Tagen war indess für uns nicht ganz fruchtlos; wir wurden durch sie überzeugt, daß nur genau correspondirende Schüsse zur Bestimmung der Geschwindigkeit des Schalles gebraucht werden können. Am 25t. und 26t. Juni, als die Schüsse nur an einer Station gehört wurden, gaben die Resultate der Beobachtungen, auf 0° C. und auf trockne Luft reducirt, Differenzen von $\frac{1}{3}$, während die Beobachtungen vom 27t. und 28t. Juni*), als die Schüsse an beiden Stationen deutlich gehört wurden, nur um $\frac{1}{302}$ von einander abwichen.

Nachdem die Zeit, welche der Schall gebraucht, um sich von der einen Station nach der andern fortzupflanzen, gehörig bestimmt worden war, schritten wir

*) Im Originale steht in diesem Satze beständig: *Januar* was aber, wie aus dem Folgenden erhellt, ein Druckfehler seyn muß. (P.)

zur Ausmessung der Entfernung beider Stationen von einander. Die Entfernungen zwischen den Thürmen von Utrecht und Amersfoort, von Utrecht und Naarden, und von Naarden und Amersfoort sind genau bekannt; wir maßen also an unseren Stationen die Winkel zwischen diesen Thürmen, und auf jedem Thurme die Winkel zwischen den übrigen Thürmen und diesen Stationen. Auf diese Art wurde die Entfernung durch vier verschiedene Dreiecke berechnet, und da der größte Unterschied zwischen diesen Berechnungen nur 2,^m45 oder 8 (engl.) Fuß betrug, so war er von keinem Einflusse auf unsere Versuche. Die Abstände zwischen den verschiedenen Thürmen, welche wir hierbei zum Grunde legten, wurden aus der sehr genauen Vermessung des Generals *Krayenhoff* genommen *).

Aus diesen verschiedenen Datis fanden wir mittelst Rechnung, daß in unseren Versuchen, bei der Temperatur von 32° F. oder 0° C., die Geschwindigkeit des Schalles 332,^m049 oder 1089,7445 engl. Fuß auf die Sekunde betrug. Eine Tafel zum Vergleiche unserer Versuche mit denen anderer Physiker ist diesem Aufsatze am Schlusse angehängt.

(Im Originale folgen nun die Abschnitte 3, 4, 5 dieser Abhandlung. Sie enthalten die näheren Angaben über die zwischen den erwähnten Standorten (mit einem 10 zölligen Repetitionskreise von Lenoir) gemessenen Winkel, ferner die Berechnung zur Ausmittlung des Abstandes zwischen Zevenboompjes und

*) *Précis des Opérations Géodésiques et Trigonométriques en Hollande, par le Général Krayenhoff.*

Kooltjesberg und endlich einen Vergleich zwischen dem Gange der Centrifugaluhren und der Chronometer. Die beiden ersten Abschnitte gehen zu sehr ins Einzelne, als daß sie hier Raum finden könnten; der letztere hat indess wohl für Physiker Interesse, die die Tauglichkeit der Centrifugaluhren nicht durch eigene Beobachtung prüfen konnten. Es mögen daher die beiden Tafeln über den Gang jener Uhren hier eine Stelle finden. Die erste giebt die Anzahl von *Decimalsecunden*, welche die Centrifugaluhr auf Zevenboompjes je innerhalb 5 *Sexagesimalminuten* des dortigen Chronometers zurücklegte; die zweite hingegen die Anzahl von *Decimalsecunden* der Centrifugaluhr auf Kooltjesberg, gegen eine *Sexagesimalminute* des Chronometers daselbst.

I.

348,31	347,05	347,84	348,28	348,22
8,10	7,98	8,26	8,36	8,39
7,85	8,13	8,24	8,55	8,39
8,37	8,31	8,28	8,40	8,34
8,31	8,04	8,16	7,63	8,37
8,70	8,20	8,10	7,32	8,25
7,52	8,24	8,65	8,17	8,30
8,03	8,04	8,37	8,21	8,13
7,78	7,93	8,47	8,25	8,56
7,84	8,21	8,31	8,19	8,21
8,06	7,94	8,18	7,70	8,18
7,94	8,15	8,29	8,25	8,04
8,09	8,23	8,42	8,18	8,31
8,04	7,85	8,23	8,25	8,40
8,08	8,19	8,26	8,14	8,34
7,87	8,32	8,56	8,42	8,10
8,15	8,28	8,34	8,13	8,18
8,10	8,18	8,22	8,12	8,23

II.

69.33	69.78	69.30	69.56	69.23
9.44	9.38	9.32	9.22	9.47
9.35	9.44	9.39	9.44	9.70
9.64	9.22	9.68	9.45	9.38
9.38				

In einer Sexagesimalminute der Chronometer, mit welchen respective die Vergleiche angestellt wurden, (und deren Gang gegen mittlere Sonnenzeit ohne Zweifel bekannt war (*P.*) machte also, im Mittel, die erste Centrifugaluhr 69,63 und die zweite 69,433 Decimalsekunden. Die Vergleiche in der ersten Tafel wurden zu verschiedenen Tageszeiten, auch unmittelbar vor und nach den Versuchen gemacht.)

Versuche über die Geschwindigkeit des Schalles am 27t. Juni 1823, verglichen mit der Theorie.

Nachdem ich so weit gezeigt habe, auf welche Weise die Entfernung zwischen den Stationen Kooltjesberg und Zevenboompjes, so wie der Gang der Uhren, mittelst welcher man die Geschwindigkeit des Schalles maßt, bestimmt worden war, will ich gegenwärtig die Versuche anführen, welche am 27t. Juni gemacht wurden, und deren Resultate mit der Theorie vergleichen. Die folgende Tafel enthält die Zeit, welche der Schall am 27t. Juni, als 22 Schüsse gleichzeitig gethan und an beiden Stationen gesehen und gehört wurden, gebrauchte, um die Basis zu durchlaufen. Die erste Kolumne dieser Tafel zeigt die Ordnungszahl der Schüsse, die zweite die Zeit, welche der Schall gebrauchte, um von Kooltjesberg nach Zevenboompjes zu gelangen, nach Beobachtung an der letzteren Station, und die dritte Kolumne die Zeit, in

welcher der Schall von Zevenboompjes nach Kooltjesberg gelangte, ebenfalls nach der Beobachtung an der letzteren Station:

I	II der Schall ging von Kooltjesbg nach Ze- venboomp- jes in:	III der Schall ging von Zeven- boompjes nach Koolt- jesberg in:	I	II der Schall ging von Kooltjesbg nach Ze- venboomp- jes in:	III der Schall ging von Zeven- boompjes nach Koolt- jesberg in:
1	52'',90	51'',17	14	52'',99	51'',07
3	52,69	50,89	16	52,90	51,08
4	52,71	50,68	17	52,64	51,28
5	52,92	50,80	18	52,90	51,21
6	52,84	50,86	19	52,87	51,18
7	53,04	50,89	20	52,92	51,33
8	52,89	51,01	22	52,91	51,38
9	52,79	51,00	23	52,64	51,35
11	52,83	50,99	24	52,57	51,32
12	52,77	50,96	25	52,90	51,14
13	52,79	51,10	26	52,96	51,01

$$\left. \begin{array}{l} \text{Summe von Kolumne II} \quad 1162,37 \\ \text{. III} \quad 1123,70 \\ \hline 2286,07 \end{array} \right\} \text{Mittel} = \frac{2286,07}{44} = 51'',96$$

Indem wir das Mittel aus allen diesen Beobachtungen nehmen, haben wir für die Geschwindigkeit, mit welcher der Schall von der beschleunigenden oder verzögernden Wirkung des Windes befreit, am 27. Juni, unsere Basis durchlief, 51'',96. Da nun die Länge der Basis 17669,28 Meter oder 9664,7044 fathoms betrug, so haben wir die Geschwindigkeit des Schalles, so wie sie durch die obigen Versuche gefunden wurde, gleich 340,06 Meter oder 1116,032 engl. Fuß auf die Sekunde.

Nun war, während diese 22 Schüsse gethan wurden, die mittlere Temperatur der Luft

$$\text{zu Zevenboompjes} = 11^{\circ},21 \text{ C.}$$

$$\text{- Kooltjesberg} = 11^{\circ},21 \text{ C.}$$

$$\text{Mittlere Temperatur an beiden Stationen} = 11^{\circ},16 \text{ C.} = c.$$

Die mittlere Barometerhöhe, von der Wirkung der Capillarität befreit und auf 0° C. reducirt, war:

$$\text{zu Zevenboompjes} \quad 0,7439$$

$$\text{- Kooltjesberg} \quad 0,7456$$

$$\text{Mittlere Barometerhöhe} \quad 0,74475 = p.$$

Die mittlere Spannung der Wasserdämpfe in der Atmosphäre, nach dem Daniell'schen Hygrometer, war:

$$\text{zu Zevenboompjes} = 0,00901235 \text{ Meter}$$

$$\text{- Kooltjesberg} = 0,00949378 \quad -$$

$$\text{Mittlere Spannung der Wasserdämpfe} = 0,00925307 = f.$$

Die Wirkung der Schwerkraft, berechnet für die mittlere Breite zwischen *Amersfoort* und *Naarden*, nach der Formel:

$$g = (g) (1 - 0,002837 \cdot \cos 2 \cdot l)$$

$$= \frac{9808,8}{1,000378804} \left\{ 1 - 0,002837 \cdot \cos 2 (52^{\circ} 13' 33'',35) \right\}$$

ist:

$$g = 9812,03 = \text{Wirkung der Schwerkraft unter der Breite von } 52^{\circ} 13' 33'',35.$$

Das Verhältniß der specifischen Wärme der Luft bei constantem Volumen zu der specifischen Wärme der Luft unter constantem Druck oder $\frac{c'}{c}$ ist, nach den Versuchen von Gay - Lussac und Welter, gleich $1,3748 = \frac{c'}{c}$.

In der Newton'schen Formel: $\sqrt{\frac{gp}{D}}$, durch welche die Geschwindigkeit des Schalles ausgedrückt wird, ist D die Dichte der Luft, die des Queckfilbers als Einheit genommen.

Durch die Versuche von Biot und Arago ist die Dichte der völlig trocknen Luft bei einem Barometerstand von 0,76 (und 0° C. (P.)) gefunden, gleich Eins, dividirt durch 10466,82. Wenn sich aber der barometrische Druck verändert und zu p wird, so wie die Temperatur zu t , so haben wir nach dem Mariotte'schen Gesetz

$$D = \frac{p}{10466,82 \times 0,76 (1 + 0,00375 \cdot t)}$$

Und setzt man in diese Formel die Correction für den in der Luft anwesenden Wasserdampf und nennt dessen Spannung F , so finden wir

$$D = \frac{p - \frac{3}{8} F}{10466,82 \times 0,76 (1 + 0,00375 \cdot t)}$$

Wird dieser Werth von D in der Newton'schen Formel substituirt, so haben wir für die Geschwindigkeit des Schalles, zufolge der Theorie:

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{\frac{gp}{D}} = \sqrt{\frac{gp \cdot 10466,82 \times 0,76 (1 + 0,00375 \cdot t)}{p - \frac{3}{8} F}} \\ &= \sqrt{\left\{ 10466,82 \times 0,76 (1 + 0,00375 \cdot t) \right\} \frac{gp}{p - \frac{3}{8} F}} \end{aligned}$$

Nach Laplace muß diese Formel multiplicirt werden durch die Quadratwurzel aus dem Verhältniß der specifischen Wärme der Luft bei constantem Volumen zu der specifischen Wärme der Luft unter constantem Druck. So ist endlich die von der Theorie

für die Geschwindigkeit des Schalles gegebene Formel:

$$V = \sqrt{\left\{ 10466,82 \times 0,76 (1 + 0,00375 \cdot t) \right\} \frac{g \cdot p}{p - \frac{1}{3} F} \cdot \sqrt{\frac{c'}{c}}}$$

Substituirt man in dieser Formel die oben angeführten Gröſsen, ſo giebt die Theorie die Geſchwindigkeit des Schalles für den Zuſtand der Atmoſphäre am 27t. Juni 1825, als die Verſuche gemacht wurden, $V = 335,14$ Meter oder 1099,885 engl. Fuß. Die durch Verſuche erhaltene Geſchwindigkeit war jedoch $= 340,06 = 1116,032$ engl. Fuß; der Unterſchied zwiſchen Theorie und Erfahrung, am 27t. Juni, alſo $= 4,92$ Meter $= 16,147$ engl. Fuß.

(Fortſetzung im nächſten Heft.)

VII.

Notiz über das Trona oder das natürliche kohlensaure Natron von Fezzan.

VON

WILHELM HAIDINGER *)

Um die Gründe desto deutlicher darzustellen, welche mich glauben lassen, daß die gegenwärtige Notiz nicht ohne Interesse für die Mineralogen seyn wird, will ich zuvor das Trona selbst und die beiden Species des Natronsalzes, das hemiprismatische und prismatische beschreiben, die beiden letzteren wie sie im *Grundrisse der Mineralogie* vom Prof. Mohs **) enthalten sind, und alsdann diejenigen Betrachtungen anstellen, welche sich, beim Vergleiche dieser Species mit einander, von selbst darbieten werden.

I. T r o n a.

Hemiprismatisch. Beobachtete Kryalle wie Fig. 1 (Taf. 12).

Neigung von n gegen $n = 132^{\circ} 30'$

$M - T = 103^{\circ} 15'$

$n - T = 103^{\circ} 45'$

Diese Winkel wurden mit dem Reflexionsgoniometer gemessen, doch wird besonders der letztere der-

*) Edinb. Journ. of Science.

**) Bd II. S. 35 und 38.

selben vielleicht eine Correction erleiden müssen, wenn in Zukunft bessere Krystalle zu erhalten seyn werden. Der Winkel, unter welchem, in der Projection senkrecht auf *M* und *T*, die Kante zwischen *n* und *n* gegen die Fläche *T* geneigt ist, wurde mit einem gewöhnlichen Goniometer ungefähr $= 62^\circ$ gefunden. Die stumpfe Kante zwischen *M* und *T* ist auch durch eine raue Fläche hinweggenommen, deren Neigung ich jedoch nicht bestimmen konnte.

Theilbarkeit: höchst vollkommen und leicht zu erhalten; parallel mit *M*; schwache Spuren auch parallel mit *n* und *T*. *Bruch*: uneben. *Oberfläche*: von *n* und *m* glatt, von *T* gewöhnlich gestreift in horizontaler Richtung oder parallel ihren Combinationskanten mit *M*. *Glanz*: glasartig. *Farbe*: weiß, zuweilen ins gelbliche Grau geneigt, wenn es unrein ist. *Strich*: weiß. Durchsichtig, in kleinen Krystallen; die größeren Massen durchscheinend. Der Index der ordentlichen Refraction, gemessen durch die Flächen *M* und *T* ist ungefähr 1,45; der der außerordentlichen, gemessen in derselben Ebene, ungefähr 1,52; die beiden Bilder sind deutlich getrennt.

Etwas spröde. *Härte* $= 2,5 \dots 2,75$ sehr nahe der des Alauns, obgleich ein wenig größer als diese. *Spec. Gew.* $= 2,112$. *Geschmack*: stechend, alkalisch.

Zusammengesetzte Varietäten. — KrySTALLINISCHE Häutchen, aus vielen Krystallen bestehend, die auf der Unterlage, an der Stelle der Kanten zwischen *n* und *n* aufgewachsen und zwischen *M* und *T* verlängert sind, gewöhnlich dünn und fast parallel, so daß sie sehr deutlich einen strahligen Bruch hervorbringen.

2. Hemiprismatisches Natronsalz.

Hemiprismatisch. $P = \left\{ \begin{smallmatrix} 79^\circ 41' \\ 77^\circ 14' \end{smallmatrix} \right\}, 154^\circ 31', 115^\circ 22'.$

Abweichung der Axe $= 5^\circ 0'$ in der Ebene der längeren Diagonale. Fig. 2. Reflex. Gon.

$$a : b : c : d = 19,10 : 34,72 : 15,67 : 1$$

Einfache Gestalten. $\frac{P}{2} (P) = 79^\circ 41'; \frac{\overset{\circ}{P}r}{2} (t) = 58^\circ 52';$

$$(\overset{\circ}{P}r + \infty)^3 (M) = 76^\circ 28'; \overset{\circ}{P}r + \infty (r); \bar{\overset{\circ}{P}r} + \infty (l)$$

Combinationen. 1, $\frac{P}{2} \cdot (\overset{\circ}{P}r + \infty)^3 \cdot \overset{\circ}{P}r + \infty.$

2, $\frac{\overset{\circ}{P}r}{2} \cdot \frac{P}{2} \cdot (\overset{\circ}{P}r + \infty)^3 \cdot \overset{\circ}{P}r + \infty \cdot \bar{\overset{\circ}{P}r} + \infty.$ Fig. 3.

Theilbarkeit, deutlich parallel mit t , unvollkommen parallel mit l , Spuren nach M . *Bruch*: muschlig. *Oberfläche*: glatt und eben. *Glanz*: glasartig. *Farbe*: weifs, wenn es rein ist. *Strich*: weifs. Halbdurchsichtig. (Selbst sehr kleine Krytalle besitzen einen geringeren Grad von Durchsichtigkeit, als Glaubersalz-Krytalle von der nämlichen Gröfse) *Milde*. *Härte* = 1,0 .. 1,5. *Spec. Gew.* = 1,423. *Geschmack*: stechend, alkalisch.

Zusammengesetzte Varietäten. — Nehmen verschiedene Gestalten an: Zusammensetzung stängelig. *Derb*: körnige Zusammensetzung. Die grossen Individuen, wie auch die Krytalle selbst, werden gewöhnlich auf künstlichem Wege erhalten. In der Natur wird es meistens in einem zersetzten Zustande gefunden, und erscheint durch den Verlust seines Wassers in Pulverform.

3. Prismatisches Natronsalz.

Prismatisch. $P = 141^\circ 48', 52^\circ 9', 145^\circ 52'.$

$$a : b : c = 1 : \sqrt{0,806} : \sqrt{0,107}.$$

Einfache Gestalten. $P = \infty$; $P. (P)$; $(\check{P}r + \infty)^3$
 $(d) = 107^\circ 50'$ $\check{P}r - 1 = 121^\circ 46'$; $\check{P}r (o) = 83^\circ 50'$;
 $\check{P}r + \infty (p)$.

Combinationen. 1, $\check{P}r. (\check{P}r + \infty)^3. \check{P}r + \infty$
 2, $\check{P}r. P. (\check{P}r + \infty)^3. \check{P}r + \infty$. Fig. 4.

Theilbarkeit: sehr unvollkommen; Spuren parallel mit p ; sehr unterbrochen vom Bruch, der kleinemuschlig ist. Oberfläche gewöhnlich glatt, $P = \infty$ gestreift parallel ihren Combinationskanten mit $\check{P}r$.

Glanz: glasartig, lebhafter auf p ; die horizontalen Prismen sind zuweilen matt. *Farbe:* weiß, zuweilen gelblich. *Strich:* weiß. Durchsichtig... halbdurchsichtig. *Milde.* *Härte* = 1,5. *Spec. Gew.* = 1,562 *Geschmack:* stechend, alkalisch.

B e m e r k u n g e n .

Da es in der Mineralogie von jeher Sitte gewesen ist, beim Natron von *Plinius* zu reden, so mag auch hier bemerkt werden, daß das *Nitrum* der Alten, welches in Aegypten in der Nachbarschaft von Naucratis und Memphis gefunden wurde, und gewöhnlich für unser Natrum gehalten wird, wahrscheinlich *Trona* ist, weil es *lapidescit ibi in acervis: multique sunt tumuli ea de causa saxei**) und weil wir auch in neueren mineralogischen Werken finden, daß das Natron aus den Seen in Aegypten hart und fest genug ist, um Mauern daraus erbauen zu können, wie es an einer gegenwärtig verlassenen Festung, Namens Quasrr oder Cassr, nahe bei den Natronseen, geschehen ist **).

*) Plin. hist. nat. libr. XXXI. cap. X. vol. III. p. 205. Elzev. 1635.

**) Klaproth's Beiträge III. 83.

Weil indess diese Festigkeit einer Beimischung von Kochsalz zugeschrieben worden ist, und auch beim Plinius einer solchen zugeschrieben werden kann, so lassen sich diese Namen nicht als unbezweifelte, Synonyme der Species gebrauchen. Doch stimmen die Erzählungen dieses Schriftstellers: daß von den Hammanientes *), den Amantes des Solinus **), einer mit den Troglodyten Handel treibenden Nation, Häuser von Salz erbaut worden seyn, merkwürdig genug, mit dem Vorhandenseyn einer aus Natron erbauten Festung überein. Uebrigens begreift Plinius unter dem Namen: *Nitrum*, viele Substanzen, die wesentlich verschieden sind. Dr. Kidd ***)) hat schon bemerkt, daß Einiges von dem ägyptischen Nitrum, welches *calce aspersum reddit odorem vehementem*, Salmiak seyn müsse und daß auch oft unser Salpeter unter diesem Namen zu verstehen sey. Es scheint, daß die Alten alle efflorescirt gefundene Salze wie z. B. Glaubersalz, Bittersalz u. s. w. Nitrum genannt haben; ja die Stelle im Plinius: *nam quercu cremaia nunquam multum factitatum est, et jampridem in totum omissum*, scheint sogar das Kali mit einzuschließen, obgleich dieses auch unter den Methoden zur Gewinnung des Küchen-Salzes aufgezählt ist: *quercus optima, ut quae per se cinere sincero vim salis reddat*.

Unter den neueren Schriftstellern hat Dr. Donald Monro ****)) die ersten und zugleich sehr ausführ-

*) Cap. XXX.

**) Libr. V. cap. V. vol. I. p. 251.

***)) Outlines of Mineralogy vol. II. p. 6.

****)) Phil. Trans. 1773. p. 567.

lichen Nachrichten gegeben; er zeigte zuerst, daß *reines natürlich krySTALLISIRTES Natron* in einigen Theilen des Innern von Tripolis in der Berberey vorkommt. Es wird dort gesagt, daß das Salz daselbst in dünnen Adern, ungefähr einen halben Zoll dick oder etwas darüber, in einer Schicht von Seesalz vorkommt; denn alles, was bisher nach England gebracht worden, ist auf beiden Seiten mit Seesalz überzogen. Die eine Seite ist beständig glatter, als die andere und scheint die Basis gewesen zu seyn, mit welcher es aufgelegt hatte; die andere, wie es scheint, obere Fläche, ist durch angehängene Krystalle rauher. Die Stücke von den dünnen Adern erscheinen fast so, als wenn das Salz in Wasser aufgelöst und hernach zu dünnen krySTALLINISCHEN Kuchen eingekocht worden sey, nur daß die Krystalle viel kleiner, und auf eine Weise krySTALLISIRT sind, die nicht leicht durch Kunst nachgeahmt werden kann. Denn wenn dieses Salz in Wasser aufgelöst und bis zum Salzhäutchen verdunstet wird, so schießt es immer in Krystallen an, die denen des Glaubersalzes ähnlich sehen.

Eine andere Nachricht wurde von Hrn. Bagge, schwedischem Kouful in Tripolis bekannt gemacht*), und von dieser sind gemeiniglich die Beschreibungen in den mineralogischen Werken entnommen. Nach Hrn. Bagge ist „das Vaterland dieses Natrons, dort Trona genannt, die Provinz Sukena, zwei Tagereisen von Fezzan. Es wird daselbst am Fusse eines Felsens gefunden, an der Oberfläche der Erde, nicht über einen Zoll tief, und meistens so dick wie ein Messerrück-

*) Vetensk. Acad. Handling. 1773. p. 140.

ken. Es kommt allemal krySTALLISIRT vor; auf dem Bruche zeigt es zusammengehäufte, längliche, parallel liegende und zuweilen gestreifte KrySTALLE, so daß es rohem oder ungebranntem Gypso ähnlich sieht *)“. Er sagt überdiß, daß es 28 Tagereisen weit von der Meeresküste gefunden wird, wo es Salzgruben giebt, und daß es nicht mit gewöhnlichem Salze verunreinigt ist. Große Mengen desselben werden nach dem Lande der Neger und nach Aegypten ausgeführt, und außerdem ungefähr 50 Tonnen jährlich nach Tripolis.

Die von Klaproth selbst gegebene Beschreibung beschränkt sich auf die Angabe, daß das, was er untersucht habe, gewesen sey: „eine krySTALLINISCHE Rinde von der Dicke eines drittel- bis halben Zolles, aus aufrecht stehenden parallelen Tafeln von blättrigstrahligem Gefüge zusammengehäuft.“

Die systematischen Werke über Mineralogie enthalten wenig mehr über diesen Gegenstand. Einige haben das Trona als eine besondere Abart unterschieden, doch die Mehrzahl von ihnen bringt es mit dem hemiprismatischen Natronsalz in eine Species, gestützt darauf, daß beide im Wesentlichen kohlen-säures Natron sind.

Aus den geographischen Werken erfahren wir, daß es in Fezzan einen besonderen District, Namens *Mendrah* giebt, der einen harten und unfruchtbaren Boden hat, aber für den Handel von Wichtigkeit ist, weil daselbst eine Menge von Trona, einer Art fossilen Alkalis, theils auf der Oberfläche vieler rauchenden Seen schwimmt, theils sich an deren Ufern absetzt.

*) Klaproth's Beiträge III. 84.

Ferner, daß große Mengen desselben durch die Kaufleute von Fezzan zur Verschiffung nach Tripolis gebracht werden; daß es in Marocco zum Rothfärben des Leders und in andern Fabriken gebraucht werde und daß es einen Theil der Monopole der Regierung ausmache *).

Der Unterschied in der chemischen Zusammensetzung beider Substanzen, obgleich an und für sich schon deutlich zu der Zeit, als er entdeckt wurde, hat erst in neuerer Zeit durch die Lehre von den festen Proportionen eine Regel bekommen und wird doppelt interessant, wenn man in dieser Hinsicht einen Vergleich anstellt. Die Analyse des hexaprismatifchen Natronsalzes von Klaproth giebt:

Natron	22,00
Kohlensäure	16,00
Wasser	62,00

Die von Berzelius aufgestellte Formel: $\text{Na}_2\text{C}_2 + 10\text{Aq}$, wenn man auch seine Zahlen gebraucht, giebt das Verhältniß:

Natron	21,77
Kohlensäure	15,33
Wasser	62,90

Die Analyse des Trona von Klaproth, und die eines natürlichen kohlensauren Natrons, vom See Merida in Columbien von *Mariano de Rivero* geben folgende Resultate:

	Fezzan	Columbien
Natron	37,00	41,22
Kohlensäure	38,00	39,00
Wasser	22,50	18,80

*) Playfair's Geography vol. VI. p. 167. Hornemann's Travels in Africa.

Werden in der Analyse von Klaproth die 2,5 pCt an schwefelsaurem Natron als unwesentlich betrachtet, so stimmt dieselbe sehr nahe überein mit der Formel: $\text{Na C}^3 + 4 \text{ Aq}$ oder

Natron	37,99
Kohlensäure	40,15
Wasser	21,86

besonders wenn man annimmt, daß ein kleiner Antheil des Wassers mit dem schwefelsauren Natron verbunden war; während bei Hrn. Rivero das Verhältniß von Natron ein wenig größer ist, als es diese Formel verlangt.

Klaproth beobachtete, daß es nicht wie die gewöhnlichen Kryсталle in seinem Wasser zergehe, sondern, daß es einer gelinden Rothglühhitze ausgesetzt werden könne, ohne seine Form zu verlieren. Wenn es in einem Glasrohr über eine Weingeistflamme gebracht wird, so verliert es das Wasser mit Decrepitation. Es ist in Wasser schwieriger löslich, als das hemiprismatische und prismatische Natronsalz; auch ist sein Geschmack weniger stark alkalisch. Es verliert nicht, wie diese, sein Kryсталlwasser an der Luft, und kann lange Zeit hindurch ohne Veränderung in einer Atmosphäre aufbewahrt werden, die durch Berührung mit Kalk völlig trocken gemacht worden ist.

Der chemische Unterschied zwischen dem hemiprismatischen und dem prismatischen Natronsalz liegt wahrscheinlich in der Menge des Wassers, ist aber bis jetzt noch nicht ausgemittelt. Sie wurden zuerst in dem *Grundriß der Mineralogie* des Hrn. Prof. Mohs als besondere Species von einander unterschieden. Die hemiprismatische Gestalt der einen Species ist auch von den Hrn. Bernhardt, Brooke und Levy erkannt worden. Beide können leicht von einer Lösung des kohlensauren Natrons erhalten werden. Ist diese Lösung völlig gesättigt und der weiteren Verdunstung, bei einer Temperatur von 80° bis 100° F. ausgesetzt, so bilden sich schöne Kryсталle von der prismatischen Species, während eine weniger gesättigte Lösung, bei einer niederen Temperatur oder rascher erkaltet, hemiprismatische Kryсталle erzeugt. Durch Umkryсталlisation unter verschiedenen Umständen, können die

Kryſtalle der einen **Species** leicht in die der anderen verwandelt werden.

Eine Auflösung des sauren kohlenſauren Natrons der Edinburger Pharmacopöe, einer gelinden Verdampfung ausgeſetzt, liefert kleine Kryſtalle, die einen hemiprismatiſchen Charakter beſitzen. Doch effloresciren ſie leicht, und obgleich ſie von denen aller vorhergehenden Species verſchieden zu ſeyn ſcheinen, ſo gelang es mir nicht, ſie groß genug für die Unterſuchung zu erhalten.

Es iſt nicht ganz ungewöhnlich, daß Species, welche als ſolche beſchrieben, oder wenigſtens in den mineralogiſchen Werken als ſolche erwähnt worden ſind, in der Folge von denen vernachläſſigt wurden, die bei Abfaſſung von Handbüchern über die Mineralogie hätten Sorge tragen ſollen, daß die Kenntniß, welche ſchon in unſerem Beſitz geweſen, nicht wieder verloren gehe. Doch mögen ſie ſehr oft entſchuldigt werden, wenn die Beſchreibung ſo unbeſtimmt gegeben war, daß ſich aus dieſer keine merkliche Verſchiedenheit von einer andern Species ableiten ließe, oder wenn die Beſchreibung gänzlich fehlte.

Das Trona iſt ein Beiſpiel hiervon. Ich verdanke Hrn. Dr. Hope die Stücke, welche mich in den Stand ſetzten, einige ſeiner Eigenſchaften zu beſtimmen, und die Lücken in den früheren Beſchreibungen in ſo weit auszufüllen, daß es künftig als eine beſondere Species betrachtet werden kann. Der Unterſchied zwiſchen dem gewöhnlichen kohlenſauren Natron (dem hemiprismatiſchen Natronſalz von Mohs) und dem Trona von Fezzan iſt ſchon von Klaproth ausgeſprochen worden; jedoch ſcheint es, daß ſelbſt die chemiſchen Mineralogen ſeine richtige Beſtimmung nicht derjenigen Aufmerkſamkeit würdigten, welche ſie verdient, weil es bis dahin keine genaue Angabe derjenigen Eigenſchaften gab, welche es in ſeinem natürlichen Zuſtande beſitzt und auf welche allein die Beſtimmung der Species gegründet werden kann.

VIII.

Der Ostranit, eine neue Species des Mineralreichs;

von

AUGUST BREITHAUPT.

1. Mineralogische Beschreibung des Ostranit's.

Der *Ostranit* (Taf. X. Fig. 8 in Aufsicht, Fig. 9 in Grundriss) zeigt *Glasglanz*; auf den 4 Flächen *starkglänzend*, übrigen nur *glänzend*.

Die Hauptfarbe ist die *nelkenbraune*, innen *lichter* als äußerlich, wo auch auf einem Krystalle *rauchgraue* Flecken vorkommen. Die Pyramidenflächen sind die leichtesten unter allen.

Das Pulver des Strichs ist *lichte nelkenbraun ins Blafsgraue geneigt*.

Zur Zeit ist das Mineral nur *krystallisirt* gefunden worden, und zwar in der Varietät von der Figur 8 Taf. X, welche sich in der Werner'schen Methode auf folgende Weise beschreiben läßt:

Ein niedriges, wenig geschoben vierseitiges Prisma, die scharfen Seitenkanten schwach abgestumpft, an den Enden mit vier Flächen (nur je zwei gegenüberliegende gleichen Werths) die auf die Seitenkanten aufgesetzt sind, fast rechtwinklig zugespitzt, und die Spitze der Zuspitzung stark, die Kanten derselben schwach und die Kanten zwischen den auf die scharfen Seitenkanten aufgesetzten Zuspitzungsflä-

chen und den Seitenflächen schwach abgestumpft ¹⁾. Eine Abstumpfung der Kanten zwischen der Basis und den auf die stumpfen Seitenkanten aufgesetzten Flächen wird nur das geübtere Auge erkennen.

Aus dieser Combination habe ich eine *brachyaxe Rhomben-Pyramide* als *Primärform* bestimmt, mit Neigung der Flächen (p) an den längeren Polkanten $= 128^{\circ} 14'$, an den kürzeren Polkanten $= 153^{\circ} 42'$ und an der Basis $= 71^{\circ} 56'$. Basis und Prisma erster Ordnung $= 96^{\circ}$ und 84° .

Außer den Flächen von *sieben* deutlichen *einfachen Gestalten* kommt auch noch die Andeutung zu einer *achten* vor. Wenn a die vertikale Hauptaxe, b die lange und c die kurze Queraxe der Primärform bedeuten; so lassen sich die Flächen in der *Weiss'schen Methode* ²⁾ folgendermaßen bezeichnen:

1) Am Schwerspath kommt eine ähnliche, aber doch noch wesentlich abweichende Varietät vor. Der Winkel des Schwerspath-Prisma ist auch viel stärker geschoben. — Uebrigens ist die Ausdehnung der Flächen bei verschiedenen Individuen selbst wieder verschieden. Ein Krytall zeigt das Prisma e. O. so lang, daß die stumpfen Seitenkanten zum Vorschein kommen, ein anderer ist so kurz, daß anstatt dieser vertikalen Kanten, die 2 Flächen beim Zusammenstoßen horizontale Kanten bilden.

2) Diese Bezeichnungsart scheint mir für kein System so treffend, als für das Rhomben-System. Jedes Zeichen erlaubt eine unmittelbare Vorstellung von der Fläche und ist wahrhaft allgemein. Auch wird dadurch die Bestimmung der Krytallisations-Zonen sehr erleichtert. Meine kleine Abweichung in den Zeichen für b und für d ist gewiß in Uebereinstimmung mit der geometrischen Natur.

Fläche $p = a : b : c$ - $b = oa : b : c$ - $z = 2a : \infty b : c$ - $r = 2a : b : \infty c$	Fläche $s = 4a : \frac{b}{2} : c$ (3) - $l = \infty a : b : c$ - $d = a : ob : c$
---	---

Jene schwache Abstumpfung der Kanten zwischen den Flächen b und z (in der Zeichnung absichtlich etwas grösser als in der Wirklichkeit), d. i.

Fläche z habe ich $= a : \infty b : c$ erkannt.

An der Combination zählt man 56 Flächen, und die wichtigsten Winkel an den Polen sind:

$\frac{b}{p} = 144^\circ 1'$ $\frac{b}{z} = 132^\circ 50'$ $\frac{b}{r} = 135^\circ 50'$	$\frac{b}{l} = 90^\circ 0'$ $\frac{r}{z} = 119^\circ 20'$
--	---

Die Winkel $\frac{b}{z}$ und $\frac{b}{r}$ waren am besten, jedoch immer nur mit dem Hand-Goniometer zu messen. Aus ihnen habe ich die übrigen und die Primärform berechnet, und die darauf folgende Nachmessung zeigte eine Genauigkeit, welche vom Wahren gewiss um weniger als $30'$ abweicht.

Spaltbar ist der Ostranit von kaum mittlerer Deutlichkeit in der *lateralen* und zwar *brachydiagonalen* Richtung (parallel mit d); sehr unvollkommen *prismatisch erster Ordnung* (l), und *terminal, sphenisch*

g) Aus den Zeichnungen, namentlich aus dem Grundriss Fig. 9 scheint es, als müsse die Fläche s die Coordinaten: $a : \frac{1}{2}b : c$ bekommen. (P.)

nach den r Flächen. Der dichte Bruch ist *uneben bis unvollkommen muschlig*.

Die *Härte* geht von 8 bis 8,5 (d. i. von der des Orthoklases bis zur Mitte zwischen diesem und dem Quarz).

Sehr spröde,

Nicht sonderlich schwer zerspringbar.

Specifisches Gewicht =

4,321 eines grossen etwas klüftigen Krystalls,

4,375 eines fast vollkommen gebildeten Krystalls,

4,404 eines vollkommen dichten Krystall - Bruchstückes.

Es gehört der *Ostranit*, wie aus Obigem erhellet, dem *Rhomben - Krystallisations - Systeme* an, und seine Combination ist *homoëdrisch*, d. i. nach der Benennung des Herrn Professor Weiss — *zwei - und zweigliedrig*. — Nach den Dimensionen, welche gefunden worden, verhalten sich die drei Axen der Primärform

$$a : b : c = 1000 : 2059 : 1854$$

welches dem Verhältnisse

$$a : b : c = \sqrt{5} : \sqrt{21} : \sqrt{17}$$

fast ganz gleich kommt. Da nun schon mehrfach, neuerlichst aber wieder von dem Herrn Professor Naumann ⁴⁾ gezeigt worden, wie wahrscheinlich es sey, daß die Haupt - und Nebenaxen der rhombischen Primärformen zu einander in einem bestimmten Verhältnisse, welches sich durch einfache Zahlen ausdrücken lasse, stehen; so möchte folgende Betrachtung nicht ohne Interesse seyn. Wirklich kommt $2059 + 1854 = 3913$ der Zahl 4000 sehr nahe; also ist die Summe

4) Isis 1824 Heft 10.

der beiden Queraxen ungefähr viermal so groß als die Länge der Hauptaxe. Nähme man $b = 2102$ und $c = 1898$; so würde das Verhältniß folgendes:

$$a : b : c = \sqrt{5} : \sqrt{22} : \sqrt{18}$$

geben, und $4a = b + c$ oder $a = \frac{b+c}{4}$ seyn. Eine Pyramide, welcher das Zeichen $4a : b : c$ zukäme, würde so lang seyn, als ihre beiden Queraxen zusammen genommen. Indessen halte ich mich noch an die gefundenen Abmessungen und würde nur dann zu Gunsten jener scharfsinnigen aber doch immer noch sehr hypothetischen Ansicht stimmen, falls die Winkel am Ostranit wesentlich anders gefunden würden und dadurch noch mehr Näherung zu dem vermutheten, bestimmten Verhältnisse zwischen den Axenlängen erhalten werden könnte.

An der beschriebenen Combination ist es ferner merkwürdig, *auffallende Aehnlichkeit mit Combinationen anderer Systeme* zu finden. So scheinen die Flächen von größter Ausdehnung (l, z, r) rhombendodecaëdrische, die Combination mithin eine *tessulartige* zu seyn, wodurch einige Aehnlichkeit mit Granat herauskommt. Bei der wenig verschiedenen Neigung von $\frac{b}{r}$ und $\frac{b}{z}$ und bei der geringen Differenz der beiden Queraxen könnte man die Combination leicht auch für eine des *tetragonalen* Systems halten. Dann kommt das Mineral dem Zirkon und dem Zinnerz (Zinnstein) nahe. Jedoch kennt man weder am Granat die hexaëdrischen, noch am Zirkon die basischen Flächen,

Bei der Manchfaltigkeit der vorkommenden Flächen ist es eine andre Merkwürdigkeit dieser Combi-

nation, daß die entwickelten Gestalten in den einfachsten Verhältnissen ihrer Axenlängen stehen. So zeigt die Axe a die Längen $= 0 \dots : \frac{1}{2} : 1 : 2 : 4 : \dots \infty$; die Axe $b = 0 \dots : \frac{1}{2} : 1 : \dots \infty$; und die Axe $c = 1 : \dots \infty$. Die vielen parallelen Combinations-Kanten und daraus sich bildenden Zonen der KrySTALLISATION erhöhen den Werth der krySTALLOMETRISCHEN Betrachtung. Parallele Combinationskanten machen die Flächen $lsrpz\dots$; ferner $dsp\alpha\dots$ und $\alpha p\alpha\dots$ ⁵⁾. Die horizontale Projection zeigt, daß sie nur in der Richtung der Kanten an der Basis und nach den beiden Diagonalen derselben laufen.

Ueberhaupt wenn sonst an einem neuen Minerale wenig Merkwürdiges zu sehen ist, so macht hiervon der Ostran eine Ausnahme.

Der Besitzer der schönsten Privatsammlung von Mineralien, die ich kenne, Herr Geheime Kabinetsrath und Ritter Heyer zu Dresden, zeigte mir einige KrySTALLE dieser neuen Mineral-Substanz von ungefähr $\frac{3}{8}$ bis 1 Zoll Größe. Sie waren lose, scheinen aber aufgewachsen vorzukommen. Zwei jener KrySTALLE dienten mir, nach Hrn. Heyer's gütiger Erlaubniß, zur Bestimmung. Als Vaterland wird *Norwegen* genannt, von wo die Substanz durch Herrn Nepper Schmidt (zu Hamburg) nach Deutschland gebracht worden seyn soll. Nähere Angaben über Ort und Art des Vorkommens habe ich nicht erfahren können.

2. Platz des Ostranits im Mineral-Systeme.

In meiner „vollständigen Charakteristik des Mineral-Systems“ kann man sich sogleich überzeugen,

5) Man vergleiche oben Note 1.

dass ein Mineral von den beschriebenen äusseren Kennzeichen in die Ordnung der (natürlichen) Oxyde gehören müsse. Als neue Species braucht es zwar nicht nothwendig in ein schon bestehendes Geschlecht zu kommen; allein die grösste Verwandtschaft oder naturhistorische Aehnlichkeit hat es mit Zinnerz, dann auch mit Rutil. Eine schon entferntere findet mit dem Zirkon Statt, wofür man den Ostranit gehalten hatte. Vom Zinnerz und Zirkon unterscheidet er sich durch das KrySTALLisations-System und geringeres Gewicht; vom Rutil durch Farbe, Gestalten und grösseres Gewicht; vom Granat, in sofern dieser braune Farbe zeigt, durch KrySTALLisation und grösseres Gewicht.

Wir haben in der That die Charaktere des ersten Geschlechts, des Hart-Oxyds (S. 91 meines Buchs) um weiter nichts auszudehnen, als um die Bemerkung, dass nächst der tetragonalen KrySTALLisation auch die *rhombische* hier mit auftrete. In jenes Geschlecht nun würden folgende Charaktere der neuen Species kommen,

3. Species. *Ostranit*.

Farbe, nelkenbraun. Strich, braun ins Graue geneigt.

Primärform: Brachyaxe Rhomben-Pyramide, Neigung der Flächen an terminalen Kanten = $128^{\circ} 14'$ und $133^{\circ} 42'$, an der Basis = $71^{\circ} 56'$. Basis und Prisma e. O. = 96° . Spaltbar, lateral, brachydiagonal, unvollkommen. Uneben bis unvollkommen, muschlig.

H. 8 bis 8,5.

G. 4,5 bis 4,4.

4. Ueber die chemische Beschaffenheit und den Namen des Ostranits.

Sobald die eingeleitete chemische Zergliederung des *Ostranit's* zu bestimmten Resultaten geführt haben

wird, soll die Bekanntmachung derselben folgen. Jetzt nur von einigen Löthrohrversuchen. Ein kleiner Splitter blieb für sich unschmelzbar, erhielt aber durch das Feuer eine blässere Farbe. Mit Borax schmolz er, jedoch immer noch schwierig, zu einem klaren Glase, woraus erhellet, daß Eisen keinen wesentlichen Mischungstheil ausmachen könne. In Salpetersäure erfolgte keine Auflösung.

Wenn schon das Mineral-System sagt, dieser Körper sey ein *Metalloxyd*, so scheint mir dies zu den Vorzügen des Systems, welche manchmal verkannt werden, selbst zu gehören. In jedem Falle dürfte doch mit diesem Ausspruche etwas für den Chemiker gewonnen seyn. Bringe ich ferner in Erwägung, daß der *Ostranit* in ein Geschlecht gehört, wo nur einfache Metalloxyde, nämlich das Titan- und das Zinnoxid, als selbstständige Specien auftreten; so werde ich zu der Vermuthung hingezogen, daß sich's mit der neuen Species ebenso verhalten könne. Dann wäre auch möglich, daß dieses zugleich Gelegenheit zur Entdeckung eines neuen Metalls gebe. Doch damit mag es kommen wie es will. Ein neues Oxyd, d. h. ein im Gebiete des Mineralreichs neues, ist der Körper ohne allen Zweifel. Und da derselbe einen Namen haben mußte, so wählte ich einen solchen, aus dem sich auch ein passlicher für eine neue metallische Basis umenden lasse, ich wählte *Ostranit*, nach dem Namen der Göttin des Frühlings *Ostra* ⁶⁾, welche von den heidnischen Sachsen und anderen nordischen Völkern verehrt wurde. Für den möglichen Fall, daß sich darin ein neues Metall nachweisen liesse, könnte man dieses *Ostran* taufen, ähnlich wie man Titanit und Titan, Tantalit und Tantal etc. unterscheidet.

Freiberg am 12. Novbr 1825.

6) Schon vor der Zeit des Christenthums war und hieß Ostern ein Frühlingsfest, und osten oder usten (wovon wahrscheinlich unser Aufstehen abzuleiten ist) hat überhaupt so viel als Aufgehen bedeutet. Daher heißt auch Ost oder Osten die Gegend in Morgen.

IX.

Ueber die Zusammensetzung der Cyan Säure;

von

F. W Ö H L E R.

Herr Liebig hat eine Untersuchung über die Cyan Säure angestellt*), um auszumitteln, ob dieser Säure hinsichtlich ihrer Zusammensetzung wirklich der Name Cyan Säure zukomme, oder ob nicht vielmehr die von ihm entdeckte Knallsäure die eigentliche Cyan Säure sey, wie aus seiner mit *Gay-Lussac* angestellten Analyse des knallsauren Silbers hervorzugehen scheint. Das Resultat von Hrn. Liebig's Analyse der von mir so genannten Cyan Säure fiel dahin aus, daß er letztere für *cyanichte Säure*, die Knallsäure aber für Cyan Säure erklärt.

Hr. Liebig hat meine Analyse des cyanfauren Silbers wiederholt, und glaubt gefunden zu haben, daß ich mich um nicht weniger als 6 Procent im Silberoxydgehalt dieses Salzes geirrt habe. Denn er fand denselben zu 71,012 pCt., während ich ihn zu 77,25 pCt. angab. Von dieser, von ihm gefundenen Zusammensetzung des Salzes ausgehend, bestimmt er aus den, durch Erhitzung des Salzes erhaltenen Producten seinen Gehalt an Cyan und Sauerstoff, welcher dann natürlicherweise für beide anders ausfiel, als ich für die Zusammensetzung der Cyan Säure angegeben habe.

Es ist so leicht, die Menge des Silbers in einer Verbindung zu bestimmen, daß ich mir sogleich vorstellte, Hr. Liebig könne nur dadurch zu obigem Resultat gelangt seyn, daß er auf die Reinheit des von ihm untersuchten cyanfauren Silbers keine besondere Aufmerksamkeit verwandt und ein Salz untersucht habe, welches beigemengtes Cyan Silber enthielt. Diese Meinung wird schon dadurch gerechtfertigt, daß Hr. Liebig angiebt, das cyanfaure Silber hinterlasse beim Auflösen in Salpetersäure Cyan Silber, obgleich er ge-

*) Kastner's Archiv. VI. 145.

rade diesen Umstand für einen Beweis anseht, daß die Cyan Säure nicht auf die von mir angegebene Art zusammengesetzt seyn könne, und mit Wasser nicht bloß Kohlensäure und Ammoniak, sondern noch andere Producte bilden müsse. Ich muß dagegen bemerken, daß sich reines cyanfaures Silber in verdünnter Salpetersäure ohne Rückstand zur klaren Flüssigkeit auflöst, und ich habe mich dieses Umstandes immer als eines Zeichens der Reinheit des Salzes bedient. Die Quelle dieses verunreinigenden Cyan silbers ist in dem zur Fällung angewandten cyanfauren Kali zu suchen, welches eine nicht unbedeutende Menge Cyankalium enthält, wenn man es nicht durch öftere Kry stallisationen gereinigt hat. Denn beim Glühen des Cyaneisenkaliums mit Braunstein entsteht sehr viel Cyankalium, welches sich mit dem cyanfauren Kali im Weingeist auflöst. Man würde daher auch ein höchst unreines Silber salz erhalten, wenn man die durch Kochen mit der geglühten Masse erhaltene weingeistige Auflösung unmittelbar zur Fällung des Silber salzes anwendete. Reines cyanfaures Silber, welches man durch Vermischung einer Auflösung von reinem, kry stallisirtem cyanfauren Kali in Wasser mit salpetersaurem Silber erhält, ist schneeweiß, und nicht blaulichweiß oder grau.

Es würde indess wenig zur Aufklärung der Sache gedient haben, wenn man bei der bloßen Vermuthung stehen bleiben wollte, daß Hr. Liebig wegen Unreinheit des von ihm untersuchten Salzes ein von dem meinigen so sehr verschiedenes Resultat erhalten hat, indem natürlicherweise der Irrthum eben so gut auf meiner Seite seyn könnte; wie wohl auf dieser Seite die Uebereinstimmung in allen Theilen mehr für das Gegentheil zu sprechen schien. Ich nahm daher eine erneuerte Analyse des cyanfauren Silbers vor, das mit großer Sorgfalt mit vollkommen reinem Kalisalz bereitet war.

Sorgfältig getrocknetes, pulveriges cyanfaures Silber wurde in einer weiten, etwa 6 Zoll langen, unten zugeschmolzenen Glasröhre abgewogen. Es betrug 1,213 Grm. In die Röhre wurde hierauf ein Strom getrocknetes salzsaures Gas geleitet. Die Masse erwärmte sich und auf der Wand der Röhre zeigten sich sogleich viele Streifen einer dickfließenden Flüssigkeit, welche äußerst durchdringend nach Cyansäure roch

und welche sehr bald, und bei gelinder Erwärmung sogleich, zu einer krySTALLINISCHEN Masse erstarrte, die sich wiederum beim ferneren Zufließen des Gases bald unter Aufbrausen in ein dickes, weißes Sublimat verwandelte. Ohne Zweifel ist jene Flüssigkeit wasserhaltige Cyanäure, welche sich zuerst in kohlensaures Ammoniak verwandelt, das dann durch das salzsaure Gas in Salmiak zerlegt wird. Nachdem das saure Gas lange in die Röhre gestrichen war, wurde dieselbe unter beständigem Zufließen des Gases, erst gelinde und dann stärker erhitzt, wobei Cyanäure und Salmiak in Menge entwichen. Das entstandene Chlor Silber wurde endlich vollkommen geschmolzen und der Salmiak durch Erhitzen aus der Röhre gänzlich ausgetrieben. Die Röhre wurde dann wieder gewogen, wodurch es sich ergab, daß 1,162 Grm. Chlor Silber entstanden waren. Diese entsprechen 0,940 Silberoxyd, welche also 77,50 Silberoxyd in 100 Theilen cyanfaurem Silber anzeigen.

Das Chlor Silber war indess nicht zur vollkommen klaren Flüssigkeit geschmolzen, sondern es schwammen noch einige Flöckchen darin, welche Cyan Silber oder Kohle und Silber seyn konnten, vielleicht dadurch entstanden, daß das Salz noch nicht völlig in Chlor Silber verwandelt war, als dasselbe geschmolzen wurde. Ich wiederholte daher die Analyse noch einmal auf die gewöhnliche Weise, bei welcher man indess eher einem Verlust ausgesetzt ist. — 0,82 Grm. trocknes cyanfaures Silber wurden in verdünnter Salpetersäure aufgelöst, was ohne den mindesten Rückstand geschah. Aus der mit Wasser verdünnten Auflösung wurde das Silber durch Salzsäure ausgefällt. Das abfiltrirte, getrocknete und geschmolzene Chlor Silber wog 0,781 Grm. Diese entsprechen 0,6518 Silberoxyd, also 77,055 Procent im cyanfauren Salze. Da Salmiakauflösung, welche hier durch die Zersetzung der Cyanäure entsteht, etwas Chlor Silber aufzulösen vermag, so ist die Quelle des kleinen Verlustes bei dieser Analyse leicht zu finden, und als die Flüssigkeit, von welcher das Chlor Silber abfiltrirt war, erst mit Ammoniak neutralisirt und dann mit Hydrothionammonium versetzt wurde, so bräunte sie sich, wiewohl kaum merklich, und setzte allmählig leichte, braune Flöckchen von Schwefel Silber ab.

Aus der Zusammensetzung des cyansäuren Kalis, welches noch viel leichter als das Silber Salz zu analysiren ist, habe ich die Sättigungscapacität der Cyansäure zu 23,35 gefunden. Berechnet man hiernach die Zusammensetzung des Silber Salzes, so wird sein Silberoxyd - Gehalt 77,23. Nach den verschiedenen von mir angestellten Analysen ergibt sich aber der gefundene Silberoxyd - Gehalt zu:

Analyse durch Reduction des Salzes zu metallischem Silber *).	durch salzsaures Gas	durch liquide Salzsäure.
77,35	77,50	77,05

Das Mittel hiervon ist 77,30, welches der berechneten Zahl, 77,23, so nahe kommt, daß man diese Uebereinstimmung wohl nicht leicht einer Zufälligkeit zuschreiben kann. Um so mehr aber gewinnt die Vermuthung an Wahrscheinlichkeit, daß Hr. Liebig ein unreines Salz untersucht habe und daß also die von ihm angegebene Zusammensetzung des cyansäuren Silbers nicht die richtige seyn könne. Da er nun hierauf die Analyse der Cyansäure gründete, so muß folglich auch das für ihre Zusammensetzung gefundene Resultat unrichtig seyn. Er macht dabei die Bemerkung, daß die von mir zur Analyse dieser Säure angewandte Methode kein richtiges Resultat habe geben können, indem die Säure durch Abscheidung selbst mit concentrirter Salzsäure nur theilweise zerlegt und zum Theil unzersetzt mit dem erzeugten kohlen sauren Gase, woraus der Cyangehalt bestimmt wurde, weggeführt werde. Das Factum ist ganz richtig, aber eben so gewiß ist es auch, daß die so mit dem kohlen sauren Gase im ersten Augenblicke weggeführte Cyansäure sich sehr bald nachher, besonders durch Umschütteln, mit der wässrigen Säure vollkommen in Kohlen Säure und in Ammoniak Salz zersetzt, so daß das kohlen saure Gas auch nicht den mindesten Geruch von Cyansäure mehr beibehält.

Aus dem Angeführten scheint mir zu folgen, daß die Zusammensetzung dieser Säure und ihrer Salze auf die Art beschaffen sey, wie ich sie früher angegeben habe, *daß sie also wirklich Cyansäure und nicht cyanichte Säure ist.*

*) D. Annalen B. LXXVII. 120.

AN DER HALLE,

ATOR DR. WINCKLER.

Zeit der Beob.	Barom. +10 ^{mm} in Paris	Therm. beim Schatten +10 [°] R.	Wind	Wetter	Thermometrograph			Wasser- Stand der Saale	Uebersicht d. Witterung	
					Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags		Tag	Zahl
1	8 35.7	30.0	0.0	1	1	3.0	3.0	2.7	heiter	4
	12 35.4	8.76	0	NW.3	2	5.8	6.3	5.1	schön	12
	3 35.1	73.0	0	NW.3	3	3.4	10.6	5.2	verm	12
	6 35.4	9.70	8	W. 3	4	6.9	13.2	5.6	trüb	14
	10 31.5	5.86	9	unw.3	5	3.5	6.4	3.5	Nebel	6
					6	0.8	8.3	3.5	Luft	1
	8 29.0	5.70	9	SW. 1	7	5.1	6.4	5.0	Thau	1
	12 29.3	63.8	8	saw. 3	8	1.3	4.8	4.10	Regen	15
	3 29.4	56.0	9	SW. 3	9	0.6	6.7	5.11	Reif	1
	6 29.2	56.6	8	SW. 4	10	1.9	9.0	5.11	windig	6
	10 50.3	1.71	1	SW. 4	11	2.7	11.9	6.15	stürmisch	10
					12	6.0	7.9	5.8		
	8 28.6	0.69	1	W. 3	13	5.1	6.4	5.4.5		
	12 27.5	0.50	5	W. 4	14	4.1	5.8	5.1	Nachte	
	3 26.5	8.31	2	saw. 4	15	2.6	4.2	5.0		
	6 25.3	6.54	4	W. 4	16	1.5	3.7	5.0	heiter	8
	10 24.5	7.54	0	saw. 4	17	1.4	4.6	4.11	schön	2
					18	1.7	4.8	5.0	verm	7
	8 27.2	4.74	3	saw. 5	19	0.1	6.8	4.11	trüb	12
	12 29.7	6.74	6	SW. 4	20	1.0	5.0	4.10.5	Regen	12
	3 29.7	9.72	1	SW. 4	21	0.5	4.8	4.10.5	Schlossen	1
	6 30.7	9.69	8	SW. 4	22	0.3	5.5	5.0	Gewitter	1
	10 31.7	3.80	7	SW. 4	23	1.1	5.1	5.1	windig	4
					24	1.8	6.8	5.1	stürmisch	8
	8 33.6	7.80	3	SW. 4	25	3.0	5.6	5.0		
	12 33.8	1.66	8	SW. 4	26	0.3	5.1	5.1		
	3 33.8	0.65	0	saw. 4	27	0.4	6.3	5.2		
	6 34.7	7.77	5	saw. 4	28	2.3	8.7	5.3.5		
	10 34.5	6.69	8	saw. 4	29	2.3	9.6	5.7	Megeth	10
					30	4.1	8.3	5.11	Abth	6
	8 31.5	5.64	9	saw. 4	Sonn	75.3	109.4	157.4.5		
	12 29.7	3.65	2	saw. 4	Mitt	3.44	6.81	5.3	Mondfinst	1
	3 28.7	3.70	7	SW. 5						
	6 26.5	3.75	1	SW. 5						
	10 26.3	1.05	7	saw. 5						
						Min. - 0.05	Max. + 14.05			
						größte Veränd. 14.07				
	8 26.0									
	12 25.0									
	3 26.0									
	6 25.0									
	10 26.0									
	8 29.0	4.09	8	0.78 SW	Mitt	334.00	209 SW	+ 4.05 SW	70.05 SW	
	12 30.0	3.0	3	29.0 50 unw	Max.	338.416	209 SW	+ 11.0 SW	88.16 W	
	3 31.0	139.3	3	28.5 86 saw	Min.	325.140	209 SW	- 0.2 SW	45.57 SW	
	6 31.0	15.3	3	2036.79 SW	Veränd	15.26		11.05	41.70	
	10 31.0	727.0	0	10583.63 SW						

Cirrus; Mittags SO hoch offen, sonst wolkig bed.; Nachmittags gleichf.
 on 6½ U. gel. Reg. anfangs mit kleinen Schlossen. Heute sieht der
 Erdferne. Am 22. Nachts Reg., scharf gegen Morg.; früh 8 gleiche
 Mittags stehen in NW unten kl. Cum., oben geringe Cirr. Str., SO-
 Cirr. Str. hoch und oben lockere auf heit. Grde; Nachmittags bed. Cirr.
 Abds und später bilden sie wolk. Bed. Am 23. Morg. SO-Hälfte bed.,
 in Damm, drüber offen, oben lockere Cirr. Str., Mittags nur NW
 e Stellen, sonst wolkig bed.; nach etws Sprühreg. um 2, besteht
 fort, löset sich nach 7 schnell auf und Spt-Abds ist es bei dünn bel.
 tws Cirrus im Zenith, heitr. Am 24. früh, Horiz. bel., drüber Cirr.
 und oben Cirr. Str. dünn u. verwaschen über heit. Grund; bald bil-
 ige, Spät-Abds gleiche Decke. Am 25. Nachts Reg., Morg. gleiche
 Mittag wird N licht und es zeigen sich dort Cum., sonst düstre Cirr.
 lockere mit heit. Stellen wechselnd, oben; Abds wolkig u. stark bed.,
 12. Regtropfen; Spt-Abds oben heiter. Der Vollmond, um 5 U. 34
 ne hier sichtbare partielle Mondfinsternis.

Am 26. früh oben wolkenleer, nicht klar, Tags heiter, Horiz., von
 ; Nachmittags bedecken unten ganz, oben häufig Cirr. Str., gehen Abds
 eine Decke zusammen und es fällt, bei Sturm ähnlichem SW, feiner
 . Morg. wolk. oft düstre Decke; Mittags auf heit. Grunde rings Cum.,
 eringe Cirr. Str.; bald aber nehmen diese zu, bilden düstre wolkige
 n 2 fallen einz. Regtrpf.; Abds ist das Zenith bisweil. offen und spätr
 cke hie und da eine Oeffnung. Am 28. bedeckt, wechselnd gleichf.,
 früh 8 Sprüh- gegen 10 bis in die Nacht gel. Regen. Am 29. Morg.
 e etwas Cirrus-Spur; der Horiz. rings ein Damm; Mittags meist bed.,
 oft frei, sonst große Cirr. Str. Massen. Von 7 bis gegen 9 Abds, am stärk-
 aus SW herabsiehender Gewitterformat. in SW, dann in S, gegen 9 in
 itze. Das Beziehen aus SW geschah mit heftigen Windstößen und von
 k Regen. Donner hier zu hören, verhinderte wohl das Sturmgebräuse.
 1 Mittag öffnet wolk. Decke, nach Sprühreg. der Vormittags bisweilen
 ; Abds ziehen bei bel. Horiz. Cirr. Str. oben über heit. Grund, Spt-
 bedeckt.

s Monats: Ausgezeichnet gelind, mit trüben oft regnigen Tagen und
 östliche Winde herrschen und sind im ersten und besonders letzten
 Monats heftig. Barometer sehr, Thermometer weniger veränderlich,
 ein starkes Gewitter.

Ist auch ganz von dem November. Rheumatisch-katarrhalische Fie-
 namentlich der Bronchien, jetzt wieder mehr in Keichhusten über-

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1825, ZWÖLFTES STÜCK.

I.

IV. *Geognostischer Ueberblick über Christianias Territorium;*

VON

M. KEILHAU *).

Die vorhergehenden Aufsätze betrafen einen Theil der merkwürdigsten und folgereichsten Erscheinungen einer zu einem eigenthümlichen Ganzen abgeschlossenen Terrain-Verbindung, welche innerhalb eines weiten Umkreises um *Christiania* auftritt, und scharf gegen die sie umgebende, herrschende Gneusformation absteht. Eine specielle Prüfung der einzelnen Haupt-districte dieses innerhalb der Gneusgränze eingeschlossenen Territoriums dürfte am sichersten zu einem Standpunkte gelangen lassen, von welchem aus es möglich wird, die allgemeineren Verhältnisse aufzufassen und das Ganze mit einem Blicke zu übersehen. Diese ganz praktische Methode gewährt auch den zweckmäßigsten Leitfaden bei der Anführung der That-sachen, auf welchen der Tab. VII beigefügte Versuch zu

*) Fortsetzung der im letzten Hefte mitgetheilten Bemerkungen.

~~einer geognostischen Karte über den genannten District~~ beruht*).

Geht man von der südwestlichen, am weitesten von *Christiania* entfernten Gränze des Territoriums aus, so trifft man als auf den ersten Hauptdistrict auf das *Kalkterrain des Langesundsfjordes*. So weit dasselbe in der Umgegend von *Brevig* auftritt, sind die darüber vorhandenen Beobachtungen im Vorhergehenden mitgetheilt worden. Die geschichteten Massen, aus welchen es besteht, und welche im Süden vom Meere bespült werden, setzen in ihrem Streichen nach Norden (eigentlich in hor. 11) fort, und bilden, ohne wesentliche Veränderungen in ihren grösseren Verhältnissen zu erleiden, um die Städte *Porsgrund* und *Steen* den übrigen Theil des Terrains. Grünsteingänge scheinen hier die mehr basaltischen und eisenhaltigen an der Einfahrt des *Langesundsfjordes* zu ersetzen, und die Kieselbildungen der östlichen Gränze erscheinen in der Form von *Sandstein*. Uebrigens bleibt noch derselbe dichte Versteinerungskalkstein vorherrschend gegen die übrigen Glieder des Schichtensystemes, und auch das Einschiefsen bewahrt seine Regel, so daß sich die Parallelmassen überall und um so stärker gegen die östliche Gränze senken, je näher sie ihr rücken. Der nördliche Theil des Terrains hat auch dieselben Umgebungen wie der südliche, nämlich

*) Bei Mittheilungen der Art ist eine ermüdende Aufzählung von Namen und Localitäten unvermeidlich; allein man sieht, was bereits gethan, und was noch zu thun übrig ist. Für den fremden Reisenden muß auch die genaue Angabe der Contact- und Gränz-Puncte willkommen seyn, weil sie gerade die wichtigsten Phänomene darbieten.

die Gneusformation in W und N, und die Fortsetzung des *Breviger* Granit-Terrains in O oder NO. Die Gränze von *Rogn* und *Ombersnäs* kommt, nachdem sie den *Friersfjord* passirt hat, bei *Vestre-Porsgrund* wieder zum Vorschein, zieht sich auch ferner durch eine Reihe von Abstürzen bezeichnet, *Steen* vorbei und folgt von *Fossum-Werk* an dem Laufe des Flusses. Oberhalb *Fossum* wird sie von der *Böe-Elv* begleitet, und senkt sich zugleich mit dieser in eine unwegsame, mit dichtem Fichtenwald bedeckte Gegend, bleibt jedoch noch lange an der Fortsetzung der nach Westen abgestürzten Klippenwände kenntlich; der nördlichste Punkt in dieser Linie ist von Herrn v. Buch angegeben, welcher beim Gehöft *Moe* Gneus und gleich südlich davon Kalkstein fand *).

Die östliche Gränze ist in ihrer Fortsetzung nur wenig bekannt, jedoch noch kenntlich genug an dem Relief der Gegend; der Kalk nimmt die Niederungen von *Eidanger* und *Hjerpen* ein, und das granitische Terrain dringt von Osten her mit einem mächtigen, gegen das Kalkthal steil abfallenden Gehänge ein, so daß man sieht, wie die Gränzlinie auf dieser Seite mit jener gegen den Gneus, und beide mit dem herrschenden Streichen im Kalkterrain ungefähr parallel laufen. Hr. v. Buchs Beobachtung bei *Moe* lehrt, daß die Gneusgränze eine Biegung nach Osten hin machen, und die Kalkschichten in ihren Streichen begränzen muß, während sie sich mit der Gränzlinie der granitischen Gebilde vereinigt.

Es läßt sich vermuthen, daß der nördliche Theil

*) Reise II, S. 333.

des Terrains in seiner Berührung mit denselben Nachbargebieten wie bei *Brevig* auch dieselben Contact- und Lagerungs-Verhältnisse zeigen wird. Eine directe Beobachtung dafür kann ich von einem sehr schönen Gränzpunkte auf dem Wege zwischen *Stemdal* und *Skeen* in einem Hohlwege unterhalb des Gehöftes *Marker* anführen. Der Kalk ist wie gewöhnlich in der Nähe des granitischen Terrains von Kiesel verdrängt; man sieht Lager von körnig abgesondertem Quarz etwa 40° der Gränze zufallen; diese körnige Absonderung wird weiterhin stärker; das Gestein giebt beim Anhauen Thongeruch, und wird ein vollkommener Sandstein, in welchem Glimmerblättchen zum Vorschein kommen; in den letzten Schichten werden diese Glimmerblättchen so häufig, daß man einen quarzreichen Glimmerschiefer zu sehen glaubt. Endlich folgt die zur Gränz-Zone gehörige Porphyr-Mandelstein-Bildung, welche zunächst dem Sandsteine ebenfalls sehr glimmerreich ist. Hier ist es auch, wo ihre Mächtigkeit ungefähr $\frac{1}{2}$ Meile erreicht, denn erst oberhalb *Marker* tritt Syenit auf. Vergl. Tab. III. Fig. 10.

Der Flächenraum des ganzen Terrains kann zu $2\frac{1}{2}$ Quadratmeilen oder etwas darüber angesetzt werden, indem die Länge von der Einfahrt des *Langesundsfjordes* bis zum Gränzpunkt bei *Moe* ungefähr 5 Meilen, und die Breite öfters etwas mehr als $\frac{1}{2}$ Meile beträgt.

Lougens Granit-Terrain kommt zunächst nach dem vorigen als der zweite Hauptdistrict des Territoriums in Betrachtung. Es gränzt gegen Westen

a) an das Kalkterrain des *Langesundsfjordes*, und so weit wurde die Gränzlinie schon angegeben. b) An die Gneissformation; hier ist nur ein einziger Gränzpunkt in der Nähe des Hofes *Moe* nach Hr. v. Buchs oben angeführter Beobachtung mit hänglicher Genauigkeit bestimmt; die Gränzlinie läuft über die wilden *Luxefjelde*, und scheint einen nach Westen vorspringenden und am *Ravaldsee* endigenden Bogen zu bilden. c) An *Sandssvårds* und *Egers* Kalkterrain. In dieser Linie liegt ein bekannter Punct an dem östlichen Ufer des *Ravaldsee*, von wo aus die Gränze gegen NNO über den nördlichen Fuß von *Skrimsfjeld* unter dem *Hardebøeffjeld* hinläuft, und den *Lougen* unterhalb des Gehöftes *Aas* passirt; vom *Lougen* bis zum *Egersee* ist ihr Verlauf unbekannt. Da sich aber die Gränzlinie vom *Egersee* aus nach Osten schwingt, so bildet sich von da an eine nördliche Gränze aus, über welche man jedoch nur so viel mit Gewissheit weiß, daß die granitischen Bildungen daselbst von *Egers* Kalkterrain beschränkt werden. Wo dieser Kalk anhört, da folgt die östliche Gränze, welche von Porphyry gebildet wird, und in folgenden Puncten bekannt ist: in *Bergstige* etwa $\frac{1}{2}$ Meile von *Sandes* Kirche; bei *Eidsfos* Eisenwerk; bei *Tuft*; zwischen *Tuft* und *Laurdal*; beim Gehöft *Steenfalt* oberhalb *Flaatten*; bei *Skie's* Kirche; und auf den Inseln über *Natterøe* hinaus. Gegen Südost und Süd wird das Terrain vom *Christianiafjorde* und von der Nordsee bespült. Die größte Länge von der *Nevlungens-Schär* in Süden bis zur nördlichen Gränze in *Eger* beträgt 10—11 Meilen; der Flächenraum kann zu 30 Quadratmeilen angeschlagen werden.

Was über die Beschaffenheit der granitischen Bildungen in der Gegend von *Brevig* gesagt worden ist, gilt für dieses ganze Terrain. Dem herrschenden Gesteine kommt bald der Name Syenit, bald der Name Granit oder Zirkonsyenit zu; in den meisten Fällen hat es die Zusammensetzung eines sehr feldspathreichen Syenites; am seltensten ist es reiner Granit. Die ausgezeichnetsten und bekanntesten Syenite kommen bei *Laurvig* und *Fredriksvärn* vor, und man möchte vielleicht der Meinung seyn, daß das Terrain selbst nach diesen hätte benannt werden sollen; allein es kann nicht oft genug ausgesprochen werden, daß die Differenz zwischen Granit und Syenit hier ganz bedeutungslos ist.

Die granitischen Concretionen nehmen einige untergeordnete Bildungen in ihr Gebiet auf, nämlich:

a) *Porphyry-Mandelstein* im Zusammentreffen mit dem Kalkterrain des *Langesundsfiordes*. Oberhalb *Marker* (vergl. Tab. III Fig. 10) erscheint er in den Syenit theils übergehend, theils wurzelartig eingreifend. Unter den vielen oryktognostischen Merkmalen, welche ihn von den gewöhnlichen Mandelsteinen unterscheiden ist vorzüglich diese hervorsteckend, daß die Grundmasse dieser gewöhnlich vom Feldspathe ausgeht, während dagegen jenes Grundmasse eine in das Dichte versunkene Hornblende ist.

b) *Porphyry* von derselben Art, wie er das Nachbarterrain gegen Osten bildet. Sein Vorkommen in sporadischen Particen von geringer Ausdehnung mitten in den granitischen Concretionen, und seine Uebergänge in dieselben lassen ihn nicht anders als untergeordnet erscheinen. Bei der Betrachtung der Ueber-

gänge dieser Porphyre überzeugt man sich, daß sie nur sehr extreme Modificationen des Syenites sind, indem der größte Theil der Masse dieses Gesteines in eine dichte Zusammenfassung verfiel, um einzelnen Feldspathikrystallen eine desto freiere Ausbildung zu gestatten; die Grundmasse erscheint oft noch als ein sehr feinkörniger Syenit. Von dergleichen isolirten Porphyr-Partien kommt eine in der Tab. III Fig. 10 angegebene Profilinie zwischen *Fossam* und *Lotgen* vor; ihre Erstreckungsformen sind gänzlich unregelmäßig, daß sie ganz vom Syenite getragen werden, ja sogar eingestülpt mitten in seiner Masse auftreten können, ist zwar durch keine unmittelbare Beobachtung erwiesen, aber doch sehr wahrscheinlich.

c) *Grünstein*, gewöhnlich in der Form von Gängen im Syenit. Man trifft nämlich nicht selten gewisse gangartige Streifen in diesem Terrain, welche sich theils durch eine grobkörnigere, feldspathreichere Entwicklung, theils durch größere Feinkörnigkeit und stärkeren Hornblendgehalt von der umgebenden Masse des herrschenden Syenites unterscheiden. Jene haben oft eine schwebende Lage und kommen sogar ganz horizontal vor; diese scheinen mehr Neigung zur steilen Stellung zu haben, und gehen durch Aufnahme von noch mehr Hornblende in vollkommene Grünsteinsgänge über. Eine andere Grünsteinbildung, von conglomerationartigem Typus habe ich auf einer kleinen Insel im Norden vom *Sundesund* bei *Tjömöe* bemerkt. In der Mitte der unregelmäßigen Sphäroide dieser Bildung befindet sich ein zusammenhängender Grünsteinkern, welcher in allen Richtungen von dünnen syenitischen Adern durchschwärmt wird; vom Mittelpuncte

nach der Peripherie hin werden diese Adern mächtiger und zahlreicher, so daß der Grünstein in eine Menge isolirte, scharfkantige Stücke zersplittert erscheint; endlich erhält der Syenit die Oberhand in dem Grade, daß sich der Grünstein nur noch aderartig in der umgebenden Syenitmasse erhält.

Einige Rollsteine und lose Blöcke an den südlichen Küsten des Terrains deuten vielleicht auf noch andre untergeordnete Bildungen hin; allein ihr Ursprung ist noch ganz im Zweifel.

Die Thatfachen, welche die Contacts- und Lagerungs-Verhältnisse des Terrains zum Kalkterrain des *Langesundsfjordes* betreffen, wurden bereits oben abgehandelt. Die Contacts-Verhältnisse gegen die Gneissformation sind unbekannt, und hinsichtlich des Zusammentreffens mit *Sandssvårds* und *Egers* Kalkterrain ist nur ein einziger Punct untersucht; er liegt am Fusse der *Skrimsfjelde* und namentlich des *Rönsäterknattes**). Hier findet derselbe Uebergang von thonigem Kieselkalk in Syenit Statt, wie auf *Sölvbjerg*. Bevor der Syenit seine volle Grobkörnigkeit erreicht, ist er hier und da etwas porphyrartig. Die Parallelmassen des Kieselkalkes schießen gegen das Syenitgebirge unter einem Winkel ein, der allmählig bis 80° und mehr zunimmt, je nachdem der Kalk verschwindet und der Kiesel sich zugleich mit der krySTALLINISCH-körnigen Textur entwickelt. Sobald der Kalk und das Dichte der Masse überwunden sind, ist auch die Parallelstruktur verschwunden.

Auf der östlichen Gränze, wo das Porphyrterrain

*) Vergl. Naumanns Beiträge, I, S. 12.

anstößt, kennen wir die Contactverhältnisse an folgenden Punkten: 1) Bei *Gravdal* und *Tuft* in *Sandsvård*. Hier findet ein vollkommener Uebergang aus Syenit in Porphyr Statt, indem einerseits die Grundmasse des Porphyrs allmählig die krySTALLINISCHEN Gemengtheile des Syenites entfaltet, und andererseits der Syenit so feinkörnig wird, daß seine Elemente ununterscheidbar werden, und eine homogene Masse darstellen. Dabei ist es merkwürdig, daß sich die FeldspathkrySTALLE des Porphyrs, welche der Veränderung der sie umhüllenden Grundmasse nicht mit unterworfen sind, noch lange im Syenite erkennen lassen, indem sie auch da, wo sie die übrigen FeldspathkrySTALLE nicht mehr an Größe übertreffen, durch eine eigenthümliche, aus dem Porphyr herstammende Gestalt und andre Farbe ausgezeichnet sind, bis endlich in gehöriger Entfernung vom Porphyrterrain alle Differenz aufgehoben erscheint. 2) Beim Gehöft *Steensalt* in *Laurdal* (Tab. III Fig. 10), wo man zwar ebenfalls in des Porphyrs Grundmasse eine Annäherung an Syenit, jedoch keinen so vollständigen Uebergang bemerkt; durch die noch übrigen Verschiedenheiten ihres Wesens vollkommen unterscheidbar sieht man, wie sich beide Gesteine in ihrem Zusammentreffen wurzelartig verflechten. 3) Bei *Skie's* Kirche, und zumal $\frac{1}{8}$ oder $\frac{1}{4}$ Meile südlich davon, dicht an der Poststrasse, wo die Verhältnisse ganz identisch mit jenen bei *Tuft* und *Gravdal* sind.

Tönsbergs und *Holmestrand's* Porphyrterrain. Gegen Süd, West und Nordwest wird es von *Lougens* Granit-Terrain umgeben, und so weit sind dessen

Grünzpunkte bereits bestimmt. In Nordosten folgt erst *Sandedalens* Kalk, mit dem bekannten Contactspuncte bei *Holtebroe* zwischen *Veierud* und *Oestre*; dann *Holmestrand's* Sandstein, dessen Berührungslinie auf der speciellen Karte Fig. 1 Tab. I verzeichnet ist. Gegen Osten wird das Terrain vom *Christianiafforde* bespült, dessen Meeresgrund es wahrscheinlich zum Theil bis hinüber nach *Mos* bildet; denn auch dort sehen noch dem Porphyr angehörige Bildungen an, und constituiren die bedeutende Halbinsel *Gjeløe* auf der Ostseite des Fjordes. Der Flächenraum dieses Districtes beläuft sich wenigstens auf 16 Quadratmeilen, die größte Länge auf 6 — 7 Meilen.

Der hier vorherrschende Porphyr besteht aus einer braunen, thonsteinartigen, eisenkühligen Grundmasse, mit großen meist fleischrothen Feldspathkry stallen, deren Durchschnitte auf den entblößten Gesteinsflächen als Rhomben und Rhomboide hervortreten. Im Allgemeinen scheint die relative Lage dieser Kry stallen ganz regellos zu seyn, allein hier und da findet man sie kreisförmig geordnet, so daß ihre Axen gleichsam Tangenten für lauter concentrische Kreise bilden. Auch trifft es sich zuweilen, daß ihre gegenseitige Stellung von der Art ist, als wäre sie von Strömungen und Wirbeln in einer vollkommen flüssigen Masse bestimmt worden.

Von diesem herrschenden Porphyr gehen vielfältige Modificationen und Uebergänge in verschiedenen Richtungen aus. Auf der einen Seite wird die Grundmasse fester, hornsteinartig, darauf kry stallinischkörnig und das Extrem dieser Uebergangsreihe ist Syenit oder Granit. Wir sehen dergleichen Verhältnisse auf der

Gränze des granitischen Terrains; sie kommen aber auch mitten im Porphyrterrain vor, und veranlassen dort das Auftreten isolirter granitischer Parteen, welche sich zu der herrschenden Gebirgsart genau so verhalten, wie die Porphyrtarteen im Nachbarterrain zum Syenit. Eine sehr mächtige Syenit-Entwicklung der Art findet sich in und um *Ramnaes* Kirchspiel^{*)}. Auf der andern Seite geht der herrschende Porphyr in Thonstein und Eisenthon über, in welchen die Feldspathkrystalle gänzlich verschwinden. In einer dritten Richtung sieht man Kalkmandeln anstatt oder zugleich mit den Feldspathkrystallen auftreten; um *Holmestrand* endlich erscheint Augit, und die Grundmasse wird Basalt. Was die conglomeratartigen Massen mit runden sowohl als mit scharfkantigen Porphyrstücken betrifft, so wagen wir kein entscheidendes Urtheil über sie, und äußern es nur als eine Vermuthung, daß auch sie, wenigstens zum größten Theil, einen Platz in dem Uebergangsreihen einnehmen, und eben so wenig als irgend ein andres Glied in der Gruppe dieses Terrains, außerhalb der großen Syenitverkettung isolirt dastehen.

Eine Varietät von Nadelporphyr zwischen *Solleröd* und *Jarlsberg* verdient Erwähnung. Sie ist mit leeren Bläsenträumen erfüllt, deren Wände mit verschiedenen sehr feinen Krystallen bekleidet sind; von welchen die kenntlichsten Titanit und Magneteisenstein

^{*)} Die Gränzpunkte für dieses untergeordnete Syenitgebiet sind:

a) $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ Meile in NW von *Fyldpaa*, b) ein Paar 100 Meter in W von der Poststraße $\frac{1}{2}$ Meile südlich vom Gehöft *Homb*,

c) $\frac{1}{2}$ Meile in SW von *Undrundsdales* Kirche, d) das Gehöft *Lepstad* auf der Gränze von *Ramnaes* und *Faalen*.

zu seyn scheinen. Die Blasenräume selbst sind in die Länge gezogen, ihre größten Axen bis 5 Millimeter lang, und im Allgemeinen horizontal.

Alle diese vom herrschenden Porphyry mehr oder weniger abweichenden untergeordneten Bildungen kommen so vor, daß sie weder an regelmäßige Erstreckungsformen gebunden, noch innerhalb bestimmter Gränzen eingeschränkt sind, weshalb es theils unmöglich, theils ohne Interesse seyn würde, ihre relativen Lagerungsverhältnisse anzugeben.

Bei der Poststation *Fyldpaa* in der Nähe von *Jarlsberg* liegen lose Blöcke herum, welche theils eine conglomeratartige Verbindung von sehr kalkreichem Sandstein und augithaltiger Basaltmasse, theils eine lagenweise Abwechslung von beiden Gesteinen darstellen. Diese abgeschliffenen Bruchstücke, welche nicht unmittelbar aus der Umgegend von *Holmestrand* zu stammen scheinen, veranlassen die Vermuthung, daß die Liste über die Gesteine dieser Terraingruppe noch nicht ganz vollständig sey.

Was die Contacts- und Positions-Verhältnisse betrifft, so verweise ich rücksichtlich ihrer auf den speciellen Aufsatz über *Holmestrand*. In Bezug auf *Sandedalens* Kalk wird der Gränzpunct bei *Holtebroe* von großer Wichtigkeit. Dort kommt am Rande des Porphyrterrains eine untergeordnete Granit-Ausfonderung von geringer Mächtigkeit (vielleicht nur wie ein schmaler Saum) vor, durch welche der Contact mit den feigern Parallelmassen des Kalkkiefels und thonigen Kiefelkalkes vermittelt wird; denn so endigt die gegen das Porphyrterrain einschliessende Schichtenfolge der Kalkbildungen. Im Zusammentreffen mit

jenen Parallelmassen erscheint der Granit sehr feinkörnig, mit deutlicher Tendenz nach einem Uebergange in die Bildungen des Kalkterrains; dabei fehlen nicht die Ausläufer und Adern von Granit in der Schiefermasse. Das Verhältniß ist eine genaue Wiederholung der Erscheinungen am *Eidangerfjorde*, am *Paradiesberge* und am *Vettakollen*. Das Porphyrrterrain verhält sich daher keinesweges wie ein Aufgelagertes zum Kalk, und doch haben wir gesehen, daß derselbe Kalk unter *Holmestrand's* Sandstein, und der Sandstein unter den Porphyr einschiefert. Hinsichtlich der Lagerungsverhältnisse des Syenites und Porphyrs geben die angeführten Thatfachen von der Gränze gegen *Lougens* Granitterrain keine bestimmte Aufklärung. Die gegenseitigen Uebergänge, und der abwechselnd untergeordnete Rang scheinen zu beweisen, daß Syenit und Porphyr auf einer ganz gleichen Stufe stehen, und daß keine dieser Bildungen der andern anschliefend zur Basis oder Stütze dient.

Sandeffjords vereinigt Kalk- und Sandstein-Terrain, *Egers*, *Sandssvårds* und *Modums* Kalkterrain. Bei einer allgemeinen Uebersicht kann es wohl nicht unpassend genannt werden, die Kalkbildungen des *Sandethales* in eine Gruppe mit dem Sandsteine zu stellen, welcher sich abwärts vorbei *Holmestrand* zieht. In der Gegend von *Skeen* kommt der Sandstein von einer im Vergleich zum Kalksteine so geringen Mächtigkeit und in einer so innigen Verknüpfung mit ihm vor, daß er nicht anders als ihm untergeordnet betrachtet werden kann; (als eine eigenthümliche

Modification der an der Granitgränze auftretenden Kieselbildungen im Kalkterrain). Am *Sandefjord* erscheint der Sandstein allerdings weit mächtiger, allein ohne eine scharfe Demarcation zwischen sich und dem Kalke erkennen zu lassen. Ferner ist die Lagerbildung beider Gesteinen eigenthümlich, und vereinigt sie in ununterbrochener Folge zu einem abgeschlossenen Ganzen, welches sich mit einem bedeutungsvollen Gegensatz der Porphy-Granit-Bildung entgegenstellt. Endlich sprechen die äußeren Formen der Erdoberfläche, und der Einfluß auf die Vegetation für die Vereinigung beider Gesteine. Giebt man sie also zu, so sind unter dem vereinigten Terrain des Kalk- und Sand-Steines vom *Sandefjord* die schmalen Landstreifen unter *Holmestrands* Porphy-Abstürzen, die Inseln in der Einfahrt des *Sandefjordes*, die kleine Kalkstrecke auf *Bækkestrand* und das zwischen Granit und Porphy eingeschlossene Hauptthal von *Sande's* Kirchspiel zu verstehen.

Von da aus zieht sich der Versteinerungskalk durch eine Gegend, deren Umrisse durch folgende Linien bestimmt werden: a) Die Gränze zwischen Granit und Kalk auf der Ostseite des *Sandethales* setzt hinein in *Skouges* Kirchspiel, geht dicht nördlich beim Gehöft *Oestre* vorbei, biegt sich darauf etwas nach Westen, läuft aber nachher wieder nördlich gegen *Austad* bei *Drammen*, dann abermals westlich vorbei *Konnerud-Werk*, berührt die *Narverud-Gruben*, setzt schräg durch die *Dramselsv* und zieht sich zuletzt dicht nördlich um die Gehöfte *Steensät* und *Solberg* in *Egers* Kirchspiel. Weiter ist diese Gränzlinie nicht verfolgt worden, aber es ist ausgemacht, daß sich der Kalk

ununterbrochen bis hinauf nach *Modum* erstreckt und den *Tyrisfjord* erreicht, von wo aus er sich vielleicht mit dem Kalke und Sandsteine in *Sylling* am *Holtsfjarde* vereinigt.

b) Die Gränze auf der Westseite des *Sandethales*, welche aufwärts nach *Holtebroe* läuft, setzt von da erst nordwestlich und beinahe parallel mit der Linie von *Oestre* nach *Konnerud* fort, wendet sich darauf nach Westen und Südwesten, und ist genau dieselbe, welche wir vom *Ravaldsee* über den *Eger* verfolgt haben,

c) Eine westliche Gränzlinie, in welcher das Kalkterrain von *Sandssvård*, *Eger* und *Modum* vom Gneuse begränzt wird, ist in folgenden Puncten bekannt: am nördlichen Ufer des *Ravaldsees* etwa $\frac{1}{2}$ Meile westlich vom Platz *Ormetangen*; an der *Hillestad* - oder *Dals - Elv* beim *Hillestad - Hängsel* und bei *Jøgersfoss*; der *Lundeberg* (*Lundebakke*) am *Fiskumsee*; die *Dramsely* einige 100 Meter oberhalb *Hauglund* und $\frac{1}{2}$ Meile weiter aufwärts nach *Vigersund* am *Tyrisfjorde*.

Die Form des so eingeschlossenen Gebietes ist ganz eigen; das Stück, welches nach *Eger* gehört, bildet ein Centrum, von welchem drei Arme in verschiedenen Richtungen, nördlich nach *Modum*, südwestlich nach *Sandssvård* und südöstlich nach dem *Sandefjorde* auslaufen. Die Länge vom *Ravaldsee* bis nach *Vigersund* beträgt 7—8, von *Lövöe* bei *Holmestrand* bis *Vigersund* 8—9 Meilen. Die Breite der drei Arme erreicht nirgends eine ganze Meile, und beim Gehäuf *Holm* nahe am *Sandefjorde* übersteigt sie kaum 1000 Meter.

Die erste Stelle innerhalb des ganzen Terrains behauptet ein grauer dichter Kalkstein, der außer an vielen andern Versteinerungen zumal an Orthokeratiten vorzüglich reich ist. In *Modum*, *Eger* und *Sandesvård* wechselt er häufig mit Thonschiefer. KrySTALLINISCH-körniger Kalk ist zumal in *Skouge's* Kirchspiel, am Fusse von *Skrimsfjeld* und auf *Kummerøe* mächtig. Die Kieselkalk- und Kalkkiesel-Bildungen kommen mehr oder weniger mit Thon gemengt, und von Granat begleitet gewöhnlich an der Granitgränze vor. Sandstein tritt nur in den Umgebungen des *Sandefjordes* auf.

Eine eigene Art von Porphyr bildet hier und da Lager im Versteinerungskalke und Thonschiefer; er ist sogar in einzelnen Handstücken leicht von jenem zu unterscheiden, welcher ein selbstständiges Terrain bildet; seine Grundmasse stammt von Quarz, nimmt nur wenig Feldstein und gar keine Hornblende auf; dagegen ist er oft mit Ocher imprägnirt, der sich entweder in einzelnen Punkten eingesprengt zeigt, oder so in der Masse vertheilt ist, daß eine gleichmäßige schmutzig gelbe Farbe zum Vorschein kommt. Die sparsam eingewachsenen KrySTALLE sind Feldspath, gewöhnlich ebenfalls von Ocher gefärbt, und mehr von quadratischen Querschnitten, während die KrySTALLE jener selbstständigen Porphyre gern nadelförmige oder rhombische Profile zeigen. Ein vorzüglich mächtiges und auffallendes Lager dieses Porphyrs zieht sich von *Vigersund* abwärts *Modums* Kirche vorbei.

In der Nähe von *Ormetangen* kommt eine porphyrartige Bildung vor, welche jener von *Omberånäs* und *Tangvold-Kleven* aus der Gränz-Zone des Kalkes

mit dem Gneuse ähnelt; auch hier scheint sie durch die Nachbarschaft des Gneuses hervorgerufen zu seyn. Die Grundmasse ist graulich schwarz in das Blauliche, quarzartig, und hält theils Hornblende, theils auch Feldspath und häufig Eisenkies eingesprenkt; auf der einen Seite bemerkt man Uebergänge in einen harten, dickschiefrigen mit Eisenkies stark imprägnirten Thonschiefer, auf der andern in ein körniges Hornblendegestein, in welchem alle Spur von Parallelstructur verschwindet.

Als untergeordnete Bildungen sind ferner eine Menge Grünsteingänge anzuführen, deren körnige Masse zumal in den minder mächtigen oft bis zur anscheinenden Homogenität zusammenfinkt, und dann granlichschwarz, basaltartig wird. Die mächtigsten Gänge dieser Art werden hier und da bald durch der Hornblende, bald durch des Feldspathes vollkommnere Aussonderung porphyrartig.

Endlich haben auch in diesem Districte der vereinigten Kalkterrains ansehnliche Erzniederlagen ihre Heimath. Vorzüglich ist die Strecke vom *Fiskumsee* und dem *Eger* östlich nach *Konnerud-Werk* hin reich an Magneteisenstein. Das Erz erscheint am öftersten in unregelmäßig gestalteten Sphäroiden ohne scharfe Begrenzung concentrirt, indem es mehr oder weniger mit dem umgebenden Kalksteine verschmolzen ist. Die beständigeste und am wenigsten ungestaltete Erstreckung erhält der Eisenstein in der Nähe von Grünsteinsgängen. So sieht man ihn z. B. in der *Aaserudgrube* eine mehr oder weniger ununterbrochene Bedeckung zu beiden Seiten eines seigern bis 2 Meter mächtigen Grünsteinganges bilden, und solcher-

gestalt selbst eine unvollkommene Gangform annehmen. Der Contact mit dem Gange erfolgt in einer markirten und ziemlich ebenen Fläche; gegen den Kalk aber ist die Berührungsfläche theils weniger stark ausgeprägt, theils so uneben, daß die Mächtigkeit des Erzes stückweis mehrere Meter übersteigen kann, während es sich an andern Orten ganz auskeilt. Am größten ist die Mächtigkeit da, wo sich zwei Gänge kreuzen, gleichsam als wären diese die Vehikel für die Ansammlung des Erzes gewesen. — In *Sande*, *Skouge*, *Eger* (und *Modum*?) kommen Magneteisenstein und Verbindungen von Metallsulphureten so häufig an der Granitgränze vor, daß dieses Vorkommen fast als eine beständige Contact-Erscheinung angesehen werden kann. Ihre Erstreckungsformen sind unregelmäßig und höchst veränderlich; oft veranlassen sie auch eine ungewöhnliche Verwirrung in der Structur der umgebenden Gebirgsmassen; bei *Konnerud*, wo Bleiglanz, Blende und Kupferkies im Kalke und Kalkkiesel brechen, sind die Parallelmassen mannichfaltig verschlungen, und aus ihrer normalen Lage verrückt.

Uebrigens sind regelmässige Parallelstructur und schichtenartige Massenformen die herrschenden in diesem Districte. Die Beobachtungen über das Einschleifen sind folgende: a) In der Strecke vom *Ravaldsee* nach dem *Lougenthale* senkt sich das Schichtensystem $10^{\circ} - 20^{\circ}$ nach SO, so daß die Parallelmassen der Längenerstreckung des Terrains parallel streichen, und von der Gneusgränze weg - der Granitgränze zu - fallen. In der Nähe der letzteren wächst der Winkel des Einschleifens bis auf 80° ja sogar bis auf 90° . b) Zwischen *Bergsøe* (einer Erweiterung der *Drams-*

elv unterhalb *Vigersund*) und *Modums* Kirche ist das Fallen der Schichten 5° in O, also rechtwinklig von der Gneusgränze weg. c) Zwischen *Hougsund* und *Steensät* ist das Einschiefsen $10^{\circ} - 20^{\circ}$ in NO, d. h. rechtwinklig auf die Granitgränze zu. d) *Solberg* gegenüber auf dem südlichen Ufer des *Drammen* ungefähr 10° in S; zwischen *Aaserudgrube* und *Konnerud* $5^{\circ} - 10^{\circ}$ in O und SO; das Streichen ist also rechtwinklig auf die Längenerstreckung des Terrains, welches auf beiden Seiten von Granit eingeschlossen wird, und das Einschiefsen verharret auch hier noch von der Gneusgränze weg. e) Am *Sandefjord* ungefähr 20° in VV und SVV, also das Streichen parallel der Längenerstreckung des Terrains, welches zwischen Granit einerseits und Porphyr andererseits eingeschlossen ist, und das Fallen vom Granite weg nach dem Porphyr zu.

Rücksichtlich der Contacts- und Lagerungs-Verhältnisse erinnern wir an die Phänomene um den *Sandefjord*, bei *Holtebroe* und unter *Skrimsfjeld*. Die auf *Bäkestrand* beginnende, und von der Ostseite des *Sandethales* bis nach *Solberg* und *Steensät* angegebene Granitgränze wird dadurch von grosser Wichtigkeit, daß die Parallelmassen des zum Kalk gehörigen Schichtensystemes da, wo gegenüber *Holmestrands* Porphyrterrain ansteht, von ihr weg-, bei *Steensät* und *Solberg* dagegen ihr zu-fallen, so wie, daß sie ihr zwischen *Aaserudgrube* und *Konnerud* weder zu- noch weg-fallend sind. Da es ein und dasselbe Granit-Terrain ist, welches mit einem und demselben Kalk-terrain zusammentrifft, so kann man nicht annehmen, daß sich die respectiven Lagerungsverhältnisse

zugleich mit dem Einschiesßen änderten, und folglich muß dieses als *unabhängig* von der Lagerung betrachtet werden. Ein ganz ähnlicher Schluss drängte sich auch bei Betrachtung der Contacts-Phänomene auf *Bækkestrand* und bei *Holm* auf.

Dasselbe Ineinandergreifen, wie an den genannten Orten, dieselbe Verflechtung des Granites und der Kalkbildungen fand Naumann *) in der Nähe von *Oestre*; sie ist noch auf vielen Puncten in *Skouge* und *Eger* wahrzunehmen, und zeigt sich unverändert als dieselbe, die Parallelmassen mögen nun dem Granite *zu-* oder von ihm *weg-*fallen; findet eine Verschiedenheit Statt, so möchte sie darin bestehen, daß hier und da, wo nämlich das Schichten-system des Kalkes mit den harten feigern Schiefen schließt, statt einer scharf markirten Gränze Uebergänge eintreten, weil der anstoßende feinkörnige Granit nicht ungeneigt ist, mit jenen Schiefen zusammenzuschmelzen, so daß die Verflechtung mehr oder weniger unkenntlich wird. Solchergestalt ist noch kein Factum vorhanden, zufolge welchem der Kalk und die mit ihm verknüpften Bildungen rücksichtlich des Granites mit Zuverlässigkeit als aufliegend oder unterliegend betrachtet werden könnten.

Was die Lagerungsverhältnisse zu *Holmestrand's* Porphyrterrain betrifft, so ist nichts mehr hinzuzufügen; allein die Verhältnisse zum Gneuse sind noch zu besprechen übrig. In der Nähe des *Lundeberges* und in *Westfossen* findet man Gneusbildungen inner-

*) Beiträge I. S. 33.

halb des Gebietes des Kalkes und Thonschiefers hervorstossen; es kann sonach als gewiß angesehen werden, daß sie *unter das Kalkterrain fortsetzen*, und solchergestalt dessen Basis bilden. Ist aber der Gneus im Uebrigen ganz unabhängig vom Kalkterrain? Glaubt man Gründe zu einer bejahenden Antwort auf diese Frage in dem Umstande zu finden, daß das Parallelsystem des Gneuses ganz abweichend von jenem des Kalkes ist, so erinnere man sich an *Vettakollens* und *Gjellebäcks* Phänomene, und nehme darauf einen vollkommen entblößten Berührungspunct in Augenschein. Da zeigt sich, daß die Gneusbildungen *in der Berührungsgegend allzeit von ihrem gewöhnlichen Typus abweichen* und durch den Contact mehr oder weniger *modificirt* werden. Ihr Feldspath ist nur wenig kenntlich, der Quarz drängt sich in ungewöhnlicher Menge ein, und der Glimmer wird matt und thonartig; der Schieferparallelismus ist entweder ganz aufgehoben oder sehr verwirrt. Ist nun auch, wie dies häufig Statt findet, diejenige Bildung des Kalkterrains, welche den Contact bewerkstelligt, kieselartig und namentlich quarzartig, so wird es fast unmöglich, eine Demarcation anzugeben *), und man ist genöthigt, eine gewisse *Gegenseitigkeit* im Momente des Zusammentreffens vorauszusetzen. Dazu kommt noch, daß dieselben Grünsteingänge, welche dem Versteinerungskalke und seinen unbezweifelten

*) *Hellefos* dicht oberhalb *Haugsand* ist in dieser Hinsicht ein merkwürdiger Punkt. Denn mögen nicht die quarzartigen Schiefer, welche dort bei den Gneusbildungen mit Hornblende vorkommen, eigentlich dem Kalkterrain angehören?

Connexionen zugehören, gleichfalls in der angränzenden Gneusformation vorkommen.

Das Granit - Terrain des Dramsfjordes. Die angegebene Granitgränze von *Bäkkestrand* bis nördlich von *Solberg* gehört einem gegen Osten ausgebreiteten Terrain, welches vom *Dramsfjorde* durchschnitten wird. Ausser den zu *Sandé*, *Skouge* und *Eger* gehörigen Strecken, wird der grösste Theil vom *Hurumlande* und *Rögen*, so wie ein Theil von *Askers* und *Liers* Kirchspielen gebildet. Die durch den *Dramsfjord* verursachte Trennung in einen östlichen und westlichen Haupttheil (vergl. die Karte tab. VII) wird von *Drammen* aus durch ein nach Norden ausgebreitetes Porphyrtterrain fortgesetzt, dessen Gränzen noch so wenig bekannt sind, dass der auf der Karte angedeutete Zusammenhang zwischen *Egers* und *Liers* Granit durch *Modum* nur hypothetisch ist. Das Terrain scheint seine grösste Breite zwischen dem *Sandethale* und dem *Christianiafjorde* bei *Haaøe* zu erreichen, in welcher Gegend sie etwas über 2 Meilen beträgt; die grösste Länge lässt sich nicht angeben; nur ist so viel gewiss, dass sie wenigstens 6 Meilen ausmacht.

Das Gestein ist Granit in der strengsten Bedeutung des Wortes. Wenn auch Hornblende nicht ganz ausgeschlossen ist, so vermag sie doch kaum an irgend einem Punkte des Gebietes einen syenitischen Habitus hervorzurufen. Auch Quarz und Glimmer sind oft sehr zurückgedrängt, und bei *Tangen*, so wie um die Einfahrt des *Dramsfjordes* bestehen die Felsen fast

ausschliessend aus körnigem Feldspathe, der meist stark fleischroth und sehr krySTALLINISCH ist. Die schönsten Feldspathdrusen wurden bei *Rödtangen* gefunden.

Wo der Weg nach *Holmestrand Tangen* verlässt, da setzen Grünsteingänge im Granite auf. Um *Sätre* in *Rögen* sind kleine, mehr oder weniger concentrirte Massen von Braunstein, Blende und Bleiglanz darin zerstreut, und am Fjorde zwischen *Sätre* und *Aarhus* enthält er Trümmer von weissem, grobkörnigem Kalkspath, in welchem Feldspath, ganz von derselben Beschaffenheit, wie der des Nebengesteines eingewachsen ist, nur, dass er zum Theil vollkommene KrySTALLflächen zeigt *).

Die westliche Gränze des Granites, und die dahin gehörigen Thatfachen in Bezug auf Contacts- und Lagerungs-Verhältnisse wurden oben verhandelt. Ueber die nördliche Gränze hat man bis jetzt keine Nachrichten, und im Süden senkt sich das Terrain in den *Christianiaffjord*. Wir verfügen uns also nach Osten, wo uns auf der südlichen Küste von *Hurumland* ein kleines Kalkterrain aufstößt, welches einerseits von Granit, andererseits von Gneusbildungen eingeschlossen wird, und sich nach Norden auszuweiten scheint. Es ist uns jedoch nur durch unvollständige mündliche Berichte bekannt. Nördlich von diesem Terrain berühren sich Gneus und Granit unmittelbar, und ihre Contactlinie läuft ziemlich mitten durch *Hurum*.

*) Man erinnere sich an die Kalkspathmandeln im Mandelstein, an die Verknüpfung dieses letzteren mit Porphy, an die Kalkspathgänge in dem basaltischen Porphy auf *Lövöe*, und an die Verknüpfung der Porphyre mit den granitischen Gesteinen.

land von Süd nach Nord, biegt sich an der Gränze von *Rögens* Kirchspiel etwas gegen Osten, und erreicht den *Christianiafjord* zwischen dem Ueberfahrtsort *Stättet* und *Sätre*; darauf wird ihre Richtung abermals nördlich, und, nachdem sie zwischen vielen Inseln und Schären diesseits *Haaøe* fortgelaufen, nordwestlich. Etwa $\frac{1}{4}$ Meile oberhalb *Sätre* nach dem Gehöft *Aarhuus* hin betritt die Gränze wieder das Festland, der Granit zieht sich in die landeinwärts gelegenen Gegenden von *Røgen* zurück, wo der Contact mit dem Gneule abgebrochen oder wenigstens der Beobachtung entzogen wird, indem daselbst der Granit von einem Kalk-Thonschiefer-Terrain begrenzt wird.

Die Felsen an dem Gränzpunkte bei *Sätre* steigen so nackt und steil aus dem Meere auf, daß der Contact der zusammentreffenden Gesteine vollkommen beobachtet werden kann. Demungeachtet ist das eigentliche Wesen dieses Contactes und der Lagerung sehr schwer auszumitteln. Die Gneusformation tritt mit feigern Schiefer-schichten von ganz fremdartigem Ansehen zu Tage; sie bestehen aus Hornblende und Glimmer in sehr feinblättriger Zusammensetzung, und umschließen porphyrartig eine Menge fleischrother, bald größerer bald kleinerer Feldspathnüsse. Der Granit ist im Contacte mit diesen Schiefen wie gewöhnlich stark roth gefärbt und von einer rein körnigen Structur; er läßt sich nicht mit den Granitbildungen der Gneusformation verwechseln, welche meist ohne Ausnahme und wenigstens im Großen ihre Verwandtschaft mit einer glimmerreichen, schiefrigen Felsart verrathen, und auch in denjenigen Fällen, da

ein solches Kriterium mangelt, einen eigenthümlichen Zug im Charakter ihres Feldspathes und in der Verbindungsweise desselben mit Quarz und Glimmer offenbaren, welcher dem geübten Auge bei einer Vergleichung mit den dem Orthokeratitkalke zugesellten Graniten nicht entgehen kann.

Fig. 5 tab. VII ist die Ansicht einer verticalen Felsenwand, auf welcher eine vorzüglich interessante Partie des Contactes zwischen Granit und jenen porphyrartigen Schiefen zu sehen ist. Der Granit bedeckt theils die Schiefer, theils dringt er in sie ein; einige dieser Eindringlinge verlängern sich, laufen in Adern und kleine Gänge aus, und zwar oft in horizontaler Richtung, so daß die Schieferparallelen rechtwinklig von ihnen geschnitten werden. Dabei werden sie endlich dem Gesteine des Terrains, aus welchem sie entspringen, immer unähnlicher, und erhalten eine auffallende Aehnlichkeit mit gewissen im Gneuse sehr häufigen Granitgängen, welche auf der Ostseite des *Christianiafjordes* oberhalb *Dröbak* vorkommen, und genau eine so schwebende Lage haben, daß auch sie die sehr stark einschließenden Gneusparallelen rechtwinklig schneiden. Die Demarcation zwischen dem Granit und porphyrartigen Schiefer ist vollkommen scharf, ausgenommen in den äußersten Enden einiger auslaufenden Adern und Gänge, woselbst die beiderseitigen Massen in einander verfließen und einen wirklichen *Uebergang* bilden.

Einige flache Schären vor der beschriebenen Felsenwand zeigen dieselbe Combination im Grundriß. Hier erscheinen die Schieferbildungen nicht anders, als wie man sie in der Gneusformation zu sehen ge-

wohnt ist; dagegen haben die sporadischen und, wie es scheint, sehr oberflächlichen Massen des Granit-Terrains solche Modificationen angenommen, und verfließen dergestalt mit den Schiefen, daß man kaum geneigt ist, sie für eine dem Gneuse fremde Formation anzuerkennen.

Der Küstenrand innerhalb der Schären ist mit losen, niedergestürzten Felsenblöcken erfüllt. Unter diesen befindet sich ein mächtiger Block von schön roth gefärbtem, quarzreichem Granit, dessen Masse einen feinblättrigen Hornblend-Glimmer-Schiefer in weit von einander befindlichen, theils stumpf-, theils scharf-kantigen Stücken von 1 — 5 Decimeter Länge umhüllt. Diese Stücke liegen so, daß keine Uebereinstimmung in Bezug auf die Lage ihres respectiven Schieferparallelismus Statt findet, wie sie denn auch nicht von gleicher innerer Zusammensetzung sind. Mit der umgebenden Masse sind sie innig verwachsen; eine Quarzader, welche sich durch den Granit hinschlingt, setzt unverändert in das mittlere und größte Schieferstück hinein, und dieser Umstand erregt einige Bedenklichkeiten, wenn man sich anfangs unbedingt für die Meinung erklären will, daß diese Combination nach Art eines Conglomerates zu beurtheilen sey.

In der Nähe dieses merkwürdigen Blockes hat neulich ein gewaltiger Felsensturz Statt gefunden, und ein wildes Chaos von mächtigen parallelepipedischen Granitblöcken bildet den Küstenrand unter den hohen Abstürzen, von welchen sie herkommen. Doch kommt hier der Granit nicht ausschließend vor; der Theil der Abstürze, von welchem die ersten Felsenbrüche

erfolgt seyn mögen, und zunächst dem Fjorde noch einige Ueberreste zu sehen sind, wird von verticalen, dem Gneuse angehörigen Schiefermassen gebildet, welche dem Uferrande parallel streichen; erst landeinwärts von diesen steigt die Granitwand auf, die dasselbe Streichen beobachtet. Hier ist also einer der zuverlässigsten Gränzpuncte. Durch eine Querkluft in den Abstürzen ist ein Profil entblößt, in welchem man die letzte Parallelmasse der Schiefer in ihrer ganzen Seite dergestalt mit dem Granit verschmolzen sieht, als ob auch dieser nur eine Parallelmasse im Gefolge der Schiefer bildete. Der Contact findet in einer Fläche Statt, welche alle Eigenschaften der *Begränzungsflächen eines Lagers im Hangenden oder Liegenden* nur mit der Ausnahme hat, daß die Lager gewöhnlich schärfer abgefordert sind, als es hier der Fall ist.

Der Granit auf der einen Seite ist ein feinkörniges Gemenge von blaßrothem Feldspath und ungewöhnlich vielem Quarz; die Schieferbildung auf der andern Seite besteht aus Feldspath, Quarz, Hornblende und sehr wenig Glimmer in feinkörniger Zusammensetzung, deren Schieferstructur sich im Profile durch eine gestreifte bandförmige Zeichnung zu erkennen giebt *). So wie sich die zusammentreffenden

*) Niemand kann mehr als ich selbst das Mangelhafte in dieser Beschreibung der Verhältnisse um *Sätro* und zumal in der Charakteristik der Gesteine fühlen. Als ich an Ort und Stelle war, war meine Zeit so beschränkt, und ich selbst von den entdeckten Erscheinungen so überrascht, daß ich mir eine zweite Reise dahin vornahm; ein Entschluß, an dessen Ausführung ich später verhindert wurde.

Gesteine von der Berührungsfläche entfernen, bilden sie sich mehr und mehr nach dem Typus aus, welcher in ihren respectiven Gebieten der herrschende ist.

Zwischen diesem Punkte und dem Wege von *Sätre* nach *Stättet* kann man ohne Schwierigkeit die Contactlinie verfolgen. Geht man einige wenige Schritte östlich von dem Punkte, wo die Gränze über den genannten Weg setzt, in den Wald hinein, so findet man ganz gewöhnlichen Gneus in Berührung mit dem Granite, der seinerseits ebenfalls so ist, wie er am häufigsten in seinem Terrain vorkommt. Hier bemerkt man keine Spur von gegenseitiger Annäherung zu einer Aehnlichkeit zwischen den zusammenstossenden Massen, indem beider Eigenthümlichkeit bis zu der Fläche erhalten ist, in welcher die Berührung vor sich geht. Allein hier zeigt diese Fläche gar keine Uebereinstimmung mit der Parallelstructur des Gneuses; sie erscheint wellenförmig gebogen, zum Theil in scharfe Ecken gebrochen, und in den mannichfaltigsten Richtungen verlaufend; inzwischen ist es wahrscheinlich, daß sich doch sowohl dem Streichen als Fallen nach eine gewisse mittlere Hauptrichtung erhält. Im Kleinen sieht man den Gneus hier und da gleichsam über den Granit hervortreten, doch findet das Gegentheil noch häufiger Statt.

Nördlich von *Sätre*, um *Aarhus* scheint das Verhältniß zwischen Gneus und Granit von noch andrer Beschaffenheit zu seyn. Innerhalb eines nicht ganz unbedeutenden Raumes, auf dessen südlicher Seite sich der Granit befindet, während die Nordseite an den Gneus stößt, kommt eine porphyrtartige Bildung vor,

deren Grundmasse hornsteinartig, grau und mit Streifen versehen ist, welche theils in das Röthliche, theils in das Schwarze ziehen; sie gleicht ganz gewissen dichten Massen in der Gneusformation, welche durch ein Zusammen sinken von Feldspath, Quarz, Glimmer und Hornblende zu einem innigen dichten Gemenge entstehen, wobei die beiden ersten Elemente einen Hornstein bilden, welcher durch die beiden letzteren mit dunklen Streifen und Bändern nüancirt wird. In jener Grundmasse sind rauchgraue, klare Quarzkörner, seltener kleine röthlichgraue Feldspathkrystalle porphyrartig vertheilt, und es entsteht eine Felsart, die mit eben so viel Grund dem Gneuse wie dem Granite zugezählt werden kann. Sollte sie also wohl mit gleichem Rechte *beiden* angehören? Der Umstand, daß es nicht glücken wollte, bestimmtere Gränzen in ihrem Umfange zu entdecken, giebt in der That Veranlassung, diesen Porphyr als eine intermediäre Bildung zwischen den beiden Formationen anzusehen; zwischen welche sie räumlich eingeschoben ist.

Es mag etwa $\frac{1}{2}$ Meile nordwestlich von *Aarhuus* seyn, daß die Gneusgränze verschwindet, und der Granit mit Kalk und Thonschiefer in Berührung kommt. In dieser Gränzlinie lassen sich folgende Punkte angeben: *Grodalen* in *Rögen*; der Fuß von *Varaasen* in *Asker* auf der Seite des Berges, die nach *Christiania* gekehrt ist; *Gjellebek* und der *Paradiesberg*; der Hof *Hörte* und *Hörtekollen*. Die letztgenannten Orte haben uns Thatfachen geliefert, zufolge welchen wir die Verhältnisse des Terrains zum Kalk und Thonschiefer in *Rögen*, *Asker* und *Lier* für ganz ana-

log mit jenen in *Sande*, *Skouge* und *Eger* erklären können.

Drammens Porphyrterrain wird in Osten, Süden und Westen, so wie vielleicht auch in Norden vom Granit des *Drams fjordes* eingeschlossen. Wenn es nicht als diesem untergeordnet betrachtet werden kann, so würde es in eine Klasse mit *Holmestrands* und *Tönsbergs* Porphyrgebiet zu stellen seyn, dessen Gesteine hier wenigstens zum Theil wieder auftreten, und dessen Verhältnisse zum Granit durch Uebergänge und Ineinandergreifen uns schon die Regel enthüllten, welcher auch *Drammens* Porphyr unterworfen ist. Das Terrain ist nur wenig untersucht, und scheint auch keine eigenthümliche Merkwürdigkeit zu besitzen.

Christianias, Liers, Ringeriges und Hadelands Kalk- und Thonschiefer-Terrain. Das Schichtensystem von Orthokeratitkalk und Thonschiefer, welches westlich von *Drams fjordens* Granit so wie am *Langesunds fjorde* auftritt, wiederholt sich im Bassin von *Christiania*, und breitet sich durch *Asker* und *Lier* über die fruchtbaren Gefilde von *Ringerige* und *Hadeland* aus. So bildet es ein Terrain, welches von Gneus, von zwei Granitgebieten und von Porphyr eingeschlossen wird.

Der *graue dichte Verfeinerungskalk* ist in diesem Districte zugleich mit schwarzem milden Thonschiefer vorherrschend, indem sich beide Gesteine in Parallelmassen von sehr verschiedener Mächtigkeit gegenseitig umschließen. Zum Theil tritt auch der

Kalk in ellipsoidischen Massen zwischen den Thonschieferschichten auf, in welchem Falle statt ununterbrochener Kalkschichten analog geordnete Systeme von flachen Sphäroiden erscheinen. Uebrigens sind beide Gesteine nicht immer vollkommen rein und ausgesondert, so daß sich durch ihre verschiedenen Vermengungen Uebergangsreihen zwischen beiden ausbilden.

Sandstein ist als letztes Glied in der Schichtenfolge jedesmal da vorhanden, *wo dieselbe an Porphyr gränzt*. Die herrschende Varietät besteht aus feinen Quarzkörnern mit einem thonigen grauen oder schmutziggelben Bindemittel; in Bezug auf die Grösse des Kornes giebt es Reihen von Varietäten, in welchen dieselbe einerseits dergestalt zunimmt, daß eine conglomeratartige Structur zum Vorscheine kommt, andererseits wiederum so abnimmt, daß die Extreme entweder eine braunrothe, dickschiefrige, homogene Thonsteinmasse von unebenem, fast erdigem Bruche, oder einen rothen, dünnblättrigen, milden Schiefer darstellen, in welchem feine weisse Glimmerblättchen selten fehlen. Diese letztere Varietät bildet den Uebergang in Thonschiefer, und liegt zu unterst zugleich mit den übrigen Varietäten; darauf folgt der feinkörnige und zu oberst der conglomeratartige Sandstein. So viel bekannt, sind noch keine Versteinerungen in diesem Sandsteine entdeckt worden.

Feiner kommen in dem Terrain vor:

a) *Salinischer Kalk oder Marmor*, dessen Vorkommen bei *Gjellebeck* und auf *Vettakollen* schon im Vorhergehenden angegeben wurde; er soll am mächtigsten in *Jernagers Kirchspiel* auf *Hadeland* seyn.

b) *Alaunschiefer*, zumal bei *Christiania* und *Zeichenschiefer* auf *Hadeland*.

c) *Harte Schiefer* von grünen, braunen, grauen und weissen Farben, aus abwechselnd vorherrschendem Kalk, Thon und Kiesel bestehend (Konit, Kiesel-schiefer, derber dichter Granat). Sie sind Uebergangsbildungen aus dem gewöhnlichen Kalk und Thon-schiefer, und erscheinen an der Granitgränze.

d) *Unregelmässige Erzmassen* von Magneteisen-stein, Kupferkies, Eisenkies und Bleiglanz. Sie treten in Gesellschaft des körnigen Kalksteines und Granates an der Granitgränze auf.

e) *Quarzfeldstein und Porphyre* mit quarzartiger und feldsteinartiger Grundmasse (Hornsteine, und Hornsteinporphyre). Diese untergeordneten Kieselbildungen machen eine ganze Familie aus, welche theils lagerartig theils unregelmässig mällig in das Parallelsystem des Kalkes und Thonschiefers eingreift. — Auf dem *Egeberg* bei *Christiania* kommt ein ochriger Quarzfels vor, durch welchen der Contact zwischen Gneus und dem Kalk-Thonschiefer vermittelt zu seyn scheint. Ganz nahe an der Gneusgränze erkennt man dasselbe Quarzgestein in einer etwas unvollkommenen Lagerform innerhalb des Thonschiefers; hier beginnt es einzelne ochergelbe Feldspathkrystalle von quadratischen oder rectangulären Querschnitten aufzunehmen. Es entwickelt sich ein Porphyr, welcher bei häufigeren Wiederholungen in grösserer Entfernung von der Gränze allmählig vom Ochergehalt befreit wird, aber dafür in seine quarzige Grundmasse gewöhnlich Feldstein aufnimmt. Es scheint eine Regel zu seyn, dass die Erstreckungsformen des Porphyrs um so mehr

von der Regelmässigkeit der Parallelmassen abweichen, je mächtiger sie sind, und dass die geringere Mächtigkeit, welche die regelmässige Lagerform gestattet, den Verlust der Porphyry-Structur zur Folge hat; denn dann verschwinden die Feldspathkrystalle, und das Ganze wird ein homogener fleischrother, quarziger Feldstein. Eigenthümlich für diese Bildungen scheint ihre Unzugänglichkeit für Hornblende; in den wenigen Fällen, da sie sich einzudrängen vermochte, sieht man eine feinkörnige granitische Concretion von schwarzer Hornblende und bleich röthlichweissen Feldspath, welche an die Verknüpfungen dieses Terrains mit dem Syenit erinnert.

f) Porphyry mit rhomboidal-prismatischen Feldspathkrystallen in einer bald dichten, bald krySTALLINISCH feinkörnigen Grundmasse, (Rhombenporphyry v. Buch), in welchem letzteren Falle man Hornblende und Feldspath, auch Quarz, Glimmer und Magnetstein, als deren Gemengtheile, erkennt. Beim Uebergange ins Dichte wird sie dunkel schwarzgrau, graulichschwarz, braunlichschwarz, basaltisch, kann aber auch zuweilen Thon aufnehmen und sich den Thonschiefer- und Kalk-Bildungen annähern, so dass die Gränze zwischen diesen und dem Porphyry aufgehoben wird. Die Form der Feldspathkrystalle, und die Rolle, welche Hornblende und Glimmer, oder auch, wenn man so will, der Thon in der Grundmasse spielen, bezeichnet schon diesen Rhombenporphyry als ein von den so eben erwähnten Hornsteinporphyren sehr abweichendes Gebilde. Allein der Unterschied geht noch weiter, denn während diese letzteren der Schich-

tenform des Kalkes und Thonschiefers nicht ganz widerstreben, kommt jener in Massen vor, deren Lage und Erstreckungsformen jeden Gedanken an eine Conformität mit der herrschenden Parallelstructur des Terrains entfernen. Er bildet nämlich sporadische Partien, von einer wenig regelmäßigen, gewöhnlich langgestreckten Form, welche theils das Ausgehende der Parallelmassen des Thonschiefers und Kalkes bedecken, theils gangartig in dieselben eindringen. Man kann sagen, daß der Rhombenporphyr Neigung zur Gangbildung habe, aber die reine Darstellung dieser Form nicht zu Wege bringe. In der Nähe von Christiania hat man Gelegenheit, zu beobachten, wie der eigenthümliche Porphyrrhabitus verloren geht, sobald diese Bildung einen Raum innerhalb zwei ebener seigerer Flächen erfüllt, welche das herrschende Schichtensystem durchschneiden. Meistentheils durchdringen sich Kalk und Thonschiefer im Contacte mit dem Rhombenporphyr, und bilden eine homogene, harte, dickschiefrige Masse; der Contact selbst erfolgt am häufigsten mit scharfer Demarcation, jedoch auch nicht selten mit raschem Uebergange der Massen, indem die zusammentreffenden Bildungen in einander verfließen.

g) *Grünsteingänge*. Unter Winkeln, die nicht viel von 90° abweichen, werden der Kalk und der Thonschiefer von einer Menge seigerer, von 1 Decimeter bis mehrere Meter mächtiger Gänge durchsetzt, deren Masse entweder ein wirklicher, aus Hornblende und Feldstein bestehender, Grünstein ist, oder sich doch durch Uebergänge genau an dergleichen Bildungen anschließet. Die mächtigsten Gänge der Art um *Chri-*

fliania bestehen aus einer grobkörnigen, theils rein granitischen, theils porphyrartigen Concretion von grünlichweißem, parallelepipedischem Feldspath und Hornblende. In den schmalsten Gängen sind die Gemengtheile nicht zu unterscheiden, und die Masse erscheint dicht, grünlich schwarz, basaltisch. Auf *Hadeland* sind dieselben Gänge oft porphyrartig durch eingewachsene schwarze Hornblendkrystalle. Das nächst verwandte Glied dieser Gangbildungen ist der Rhombenporphyr, aus welchem sich da, wo er die regelmässigere Erstreckungsform, wie sie Gängen zukommt, annehmen will, die Rhomben entfernen, und parallelepipedische Feldspathkrystalle erst porphyrartig, und dann in mehr gleichförmig körniger Zusammensetzung entwickeln. So geschieht es denn auch, daß die Grünsteingänge, wenn sie in ihrem Verlauf durch den Kalk-Thonschiefer auf zerstreute Massen des Rhombenporphyrs stoßen, von ihnen aufgenommen werden und verschwinden. Doch kommt auch der Fall vor, daß sie unverändert durch den Porphyr durchsetzen, und also deutlich genug die Forderung aussprechen, in eine besondere Klasse gestellt zu werden.

h) Sölvbergs granitische Bildung, und eine ähnliche Concretion von grobkörniger Hornblende auf Brambokampen, müssen endlich auch in dieser Liste aufgezählt werden.

Von den Thatfachen, welche die Begränzung, die Contacts- und Lagerungs-Verhältnisse des Terrains, so wie das Einschießen betreffen, haben wir zuerst diejenigen aufgezeichnet, welche dem zunächst um *Christiania* gelegenen Theile eigenthümlich sind.

Dieser Theil wird in Süden und Osten von Gneus und Glimmerschiefer, in Norden und Nordwesten von granitischen Gesteinen begränzt. Von Süden zieht sich die Gränze zwischen *Näsoddens* Festland, welches aus Glimmerschiefer besteht, und den Inseln *Skjäreppen* und *Ildjernet*, welche dem Versteinerungskalke angehören, herauf; von *Näsoddens* spitzem Vorgebirge biegt sie sich nach Osten, ausen um die Inseln des *Bonnefjordes*, steigt bei *Bokkelaget* auf das Festland, wird weiter beim *Alannwerke* sichtbar, und läuft vom *Egeberg* nordöstlich bis zum *Gjelleraasen*, indem sie der linken Thalseite der *Loe* folgt.

Wiewohl nun diese Linie das Kalk- und Thonschiefer-Terrain einerseits, und das Gneusterrain andererseits bestimmt, so lassen sich doch Bildungen sowohl von diesem als von jenem wechselsweis in den gegenseitigen Gebieten nachweisen. So findet man z. B. unter *Agerhuus Schloss* zwischen *Pebervigen* und dem sogenannten *Torskeberg* Gneus und Glimmerschiefer anstehend; ein Punkt, welcher für die Beurtheilung der Contactsverhältnisse von grosser Wichtigkeit ist. Man sieht Rhombenporphyr in Contact mit Gneus, und zwar so, daß die Porphyrmasse, wenigstens in einer Gegend der Berührung, das Ansehen hat, als verhielte sie sich wie ein ganz *unabhängig Aufliegendes*. Ferner kömmt Thonschiefer mit einer grauack-ähnlichen, aus Quarz, Feldspath und schwarzem, mattem Glimmer bestehenden Concretion, welche dem Gneus oder Glimmerschiefer anzugehören scheint, in Berührung; die beiden letztgenannten Gesteine stehen dicht dabei mit einem Einschießen an, welches nicht dem des Thonschiefers, sondern jenem des Gneuses vom

Egeberg entspricht. Am *Torskeberge* scheinen die sehr kurzen, fast feigern Thonschieferblätter gleichsam festgewachsen auf der feldspathhaltigen Quarzconcretion, während sie sich weiter hin nach *Pebervigen* stark davon ablösen; die Demarcationsfläche ist fast vertical, und der Schiefer, dessen Parallelstructur hier sehr eben ist, fällt zugleich mit eingeschlossenen Hornsteinlagen etwa unter 40° von der Quarzconcretion weg. Viel Eisenkies ist sowohl dem Thonschiefer (oder Alaunschiefer) als dem grauackartigen Gesteine beigemischt. Wenig Meter seitwärts davon setzt ein Grünsteingang von etwa 2 Meter Mächtigkeit und 50° Fallen im Gneuse auf. Sein Hangendes ist, so weit es über dem Fjorde anstehend war, weggerissen, so daß man Gelegenheit hat, einen großen Theil der Seitenwand des Ganges entblößt zu sehen; man bemerkt einzelne Gneuspartieen, welche mit dem Grünsteine mittels einer dünnen Zwischenmasse verwachsen sind, die ganz *thonschieferartig* ist. Diese eingewachsenen Stücke sind weder scharfkantig, noch so abgerundet, daß man sie für Rollsteine halten könnte. Ihre Masse ist identisch mit dem Nebengesteine des Ganges, aus Quarz, Feldspath und Glimmer in dem schwankenden Verhältniß zusammengesetzt, wie es der Gneus oft im Contacte mit dieser fremden Formation bemerken läßt.

Die nackten Felsen des *Egeberges* scheinen ganz vorzüglich zur Aufklärung der Verhältnisse des Kalkthonschiefers zum Gneuse geeignet zu seyn. Indes hat es noch nie glücken wollen, daselbst einen ganz zuverlässigen Demarcationspunct in der eigentlichen Gränzlinie zu entdecken; vielleicht ist der oben erwähnte, ochergelbe Quarz Ursache, daß keine vollkom-

mene Separation Statt findet. Jenseit der Gränzlinie dagegen, mitten im Gneusterrain liegt ein eben so wichtiges als deutliches Factum vor Augen. Ungefähr mitten zwischen der *Ryenvarde* (auf dem höchsten Puncte des *Egeberges*) und der Poststrasse, da, wo sie ihren höchsten Punct auf dem Rücken des Berges erreicht, kommt eine Masse von sehr ausgezeichnetem Rhombenporphyr mitten in einem charakteristischem, feinlafrigem Gneuse vor. Ihre Breite schwankt um 10 Meter; ihre Länge, die nur zum Theil bekannt ist, beträgt wenigstens $\frac{1}{8}$ Meile; sie streicht hor. 10,4 und fällt etwa 80° in VV. Dieselbe Neigung haben die angränzenden Gneus-Parallelen, welche hor. 11 streichen. Die Seitenflächen des Porphyrs sind theils parallel mit den Structurebenen des Gneuses, theils schneiden sie dieselben. Die Divergenz ist im letzteren Falle wahrscheinlich in der Abneigung der Porphyrmasse gegen alle Schieferstructur begründet; denn wiewohl das Einschliessen übereinstimmend, und das Streichen im Ganzen nur wenig abweichend ist, so bildet doch der Porphyr Buchten und Vorsprünge, welchen die Gneusparallelen nur zufälligerweise zu entsprechen scheinen. Man wird sich dieses Verhältniss am deutlichsten mit Hülfe des Grundrisses Tab. V Fig. 6 vorstellen können, in welchem *a* Gneus und *b* Porphyr bedeutet *). Man sieht, wie der letztere hier mit einem mächtigen Keile in den Gneus dringt, und dort sich wieder zusammenschliesst, und einen bedeutenden Theil seines Neben-

*) Diese Figur macht keinen Anspruch darauf, eine vollkommene Copie ihres Gegenstandes zu seyn; indess ist sie doch mehr als eine blos ideale Darstellung, und entspricht dem südöstlichen oder vileleicht mittleren Stücke der Porphyrmasse.

gesteines isolirt. Im Kleinen, oder in der eigentlichen Region des Contactes ist die Combination da, wo die Berührungsfläche die grössten Unebenheiten zeigt, noch verwickelter; bald gleicht sie einem Conglomerate, bald jenen Verflechtungen, von welchen im Vorhergehenden wiederholte Beispiele zwischen den Granit- und den Kalkgebilden angeführt worden sind; denn ganz auf dieselbe Art erscheinen auch hier kleine Porphyrtageen seitwärts ausgetrieben, im Gneuse eingewachsen und zersplittert. In der Berührungsregion ist die Grundmasse des Porphyrs schwarzbraun, dicht, von einem theils muschligen, theils splittrigen Bruche; weiter ab davon stellt sie einen feinkörnigen, grauen Syenit dar, in welchem sich kleine zahlreiche Feldspathkrystalle von den übrigen, nur unter der Loupe bestimmbar, Gemengtheilen erkennen lassen. Die grossen rhombischen Feldspathkrystalle sind in der dichten Grundmasse etwas kürzer und stumpfeckiger, als in der syenitischen. Im Gneuse endlich macht sich nicht die geringste Veränderung durch die Nachbarschaft der heterogenen Masse kenntlich; nur ist er innig mit dem Porphyr verwachsen.

Dieses ausgezeichnete Factum steht nicht allein da; *Näsoddens* Landspitze hat ein ähnliches aufzuweisen. Der daselbst 40° — 50° in N hor. $4\frac{1}{2}$ einschliessende Glimmerschiefer umschliesst eine Masse von Rhombenporphyr, deren gegenseitig parallele Begrenzungsflächen etwa 80° in VV hor. 9 einschliessen, und demnach die Schieferparallelen unter einem Horizontal-Winkel von ungefähr 60° schneiden. Die Mächtigkeit der Porphyrmasse innerhalb dieser, etwas gebogenen Flächen beträgt bis 12 Meter; die Länge lässt

sich nicht angeben, weil der Fjord die Beobachtung auf einen ganz kleinen Raum beschränkt, innerhalb welchem sich die gangförmige Masse kaum 100 Meter weit erstreckt. Der Porphyr und Glimmerschiefer berühren einander nicht unmittelbar, sondern sind zu beiden Seiten durch eine ununterbrochen fortlaufende 4—5 Decimeter mächtige Zone (gleichsam ein Befestigung) von Grünstein getrennt, welcher vom Glimmerschiefer jederzeit stark abgefondert, mit dem Porphyr dagegen stellenweis verschmolzen ist. Die Schieferparallelen werden vom Grünstein abgeschnitten, ohne nur im Geringsten in ihrer Lage gestört, oder in Hinsicht ihrer Zusammensetzung oder der Beschaffenheit ihrer Gemengtheile verändert zu seyn. Wenn gleich man wegen des Fjordes diesen Rhombenporphyr mit seinem Grünstein in das Terrain des Kalkes und Thonschiefers nicht fortsetzen sieht, so kann doch nichts gewisser seyn, als daß er identisch mit den Massen ist, welche etwa $\frac{1}{4}$ Meile weiter nach Norden die versteinierungshaltigen Felsarten von *Ladegaardsøs* und *Nokholmen* theils bedecken, theils in dieselben eindringen.

Mehr zuverlässige Data über die Gneisgränze sind nicht vorhanden. Am *Gjelleraasen* beginnt zunächst der Contact des Kalk- und Thonschiefer-Terrains mit dem Granitgebiet. Die Gränzlinie geht westlich hinab unter *Romsaas*, schneidet den Postweg etwas unterhalb *Grorud*, macht einige Biegungen zwischen dem *Alunsøe* und *Rødtved*, steigt über die südlichen Abfälle des *Gressenaasen*, passirt die *Agerselv* zwischen *Brekke* und *Nygaardsdalen*, und streicht über den Fuß des *Kettakollen* und *Fragneraasen*, wo sie

mehrere Male vom Waldwege nach *Bogstad* geschnitten wird.

Wo diese Gränze endlich aufhöre, indem sie nämlich von Porphyr abgeschnitten wird, ist nicht genau bekannt; es scheint aber an einem Puncte zwischen *Bogstad* und *Haslum's* Kirche eintreffen zu müssen.

Die Contactsverhältnisse sind in mehreren Strichen der Gränze wahrzunehmen. Oberhalb *Rödved* schießen die grünen und braunen kieselreichen Schiefer $80^{\circ} - 90^{\circ}$ gegen das Granit-Terrain ein, haben jedoch auch stellenweis das entgegengesetzte Fallen; sie sind von granitischen Adern und Klüften durchwachsen, welche von der grossen anstossenden Syenitmasse auslaufen. Bei der Berührung geschieht es, daß der Syenit sehr feinkörnig wird, und eine so grosse Menge von Glimmer aufnimmt, daß eine durch Streifen bezeichnete gneusartige Structur entsteht. Auf *Grefsenaaen* bildet der untergeordnete Quarzfeldstein, welcher dem Thonschiefer- und Kalk-Terrain angehört, ein Verbindungsglied gegen den Syenit, indem er das Schichtensystem der harten Schiefer beschliesst, und dabei in Feldspathporphyr, porphyrartigen Syenit und zuletzt in eine vollkommen granitische Concretion übergeht. Die Parallelmassen senken sich gegen das Granit-Terrain, und die letzte derselben hat $60^{\circ} - 70^{\circ}$ Neigung. Hier ist also der Syenit von einem Versteinerungsterrain wirklich unterstützt; eine Erscheinung, welche vielleicht darin ihren Grund hat, daß die Granitconcretion die harten Schiefer nicht unmittelbar berührt, sondern daß Porphyr den Raum zwischen beiden erfüllt, in welchem ausserdem das Einschießen der Schiefer bis zur feigeren Stellung zu-

genommen haben würde. Die letzte, hornsteinartige Parallelmasse hat nämlich Porphyr zum Hangenden, und mit diesem verschwindet weiterhin alle Spur von Schichtenbildung *).

In der Tiefe von *Christianias* Bassin kommen der Kalk und Thonschiefer nicht selten mit gebogenen und nach verschiedenen Weltgegenden unter verschiedenen Winkeln fallenden Parallelmassen vor. Weiter aufwärts, und entfernter vom Fjorde tritt eine grössere Regelmässigkeit und namentlich eine bestimmte Regel des Einschliessens ein, zufolge welcher die Parallelmassen beständig nach Nordwest, d. h. der Granitgränze zu- und von der Gneusgränze wegfallen.

Von dem Theile des Terrains, welcher *Christiania* zunächst umgiebt, setzen der Kalk - Thonschiefer und die ihm untergeordneten Bildungen, wie bereits oben erwähnt wurde, durch *Åskers* und *Liers* Kirchspiele nach dem *Hølsfjorde* hinauf. In diesen Gegenden wird die Gränze von Porphyr und Granit

*) Ausser *Grefsenaaen* habe ich nur noch einen einzigen Punct gesehen, an welchem die gegen das Granitterrain einschliessenden Parallelmassen des Versteinerungskalkes in der Berührung mit dem Granite oder Syenite nicht seiger werden. Es ist der oben in der zweiten Abhandlung erwähnte Punct am *Eidangerfjorde*, welcher zum Theil der idealen Darstellung Fig. 4 tab. V zu Grunde liegt. Wenn man indess hier den Syenit unmittelbar auf eine Schicht von 60° Neigung folgen sieht, so darf man dabei nicht vergessen, dass noch einige Spuren von den Bildungen des Kalkterrains weiterhin im Hangenden dieser Schicht vorkommen, und dass folglich dieses Hangende nicht ganz ausschliessend dem Granitterrain angehört.

gebildet. Die Porphyrrgränze ist eine Fortsetzung der Linie, welche von *Gjelleraasen* bis in die Gegend um *Bogstad* angegeben wurde; sie wird in der Nähe von *Haslum's* Kirche von der Poststrasse geschnitten, wendet sich gegen Süden und Südwesten und zeigt sich in den östlichen steilen Abhängen des *Kjölaasen* und *Skovumfjeldes*, schwingt sich um den *Kroftkollen* in *Lier*, geht gegen Norden hinauf zum *Holsfjorde* und senkt sich unter das östliche Ufer dieses Sees. Die Granitgränze ist dieselbe Linie, welche wir bei *Hörte* und am *Paradiesberge* gesehen haben. Von *Hörte* nach dem *Vardaasen* in *Asker* läuft sie ungefähr parallel mit der Porphyrrgränze, so daß ein bogenförmiger Raum von einer halben Meile Breite und beinahe 3 Meilen Länge für das zwischenliegende Terrain übrig bleibt. In dem übrigen Theile von *Asker* erhält dasselbe einen ausgedehnteren Raum, und behauptet dort ein Areal, welches in Verbindung mit dem Antheile des *Christiania-Thales* ungefähr 3 Quadratmeilen beträgt.

Daß der Porphyr die Granitgränze des *Christiania-Bassins* fortsetzt, und daß der Granit auf der entgegengesetzten Seite auftritt, hat Veränderungen zur Folge, welche die größte Aufmerksamkeit verdienen. Bevor der Porphyr an die Stelle des Granites (oder Syenites) in jener Gränzlinie tritt, wird das Schichtensystem des Kalkthonschiefers von den harten Schiefeln in Begleitung von Marmor (Granat und Erzen) beschlossen, und man gewahrt an der Gränze einen Conflict, welcher nichts mit dem Contact zwischen einem Lager und dessen Liegendem gemein hat. Sobald dagegen der Porphyr in die Demarcationslinie

eintritt, verschwinden die harten Schiefer und Sandstein beschließt das Schichtensystem als drittes mächtiges Hauptglied desselben. Früher war die Lage der Parallelmassen so bestimmt, daß das nach der Gränze zu gerichtete Einschießen in der Berührung bis zur feigern Stellung zunahm; jetzt dagegen vermindert sich der Neigungswinkel eher als er wächst; der Sandstein schießt mit 20—10, ja oft mit noch weniger Graden Neigung unter das Porphyrterrain ein, und dieses verhält sich im Contact ganz und gar wie ein Lager. Und endlich treten die vom Porphyr aus dem Hangenden des Schichtensystemes verdrängten und durch Sandstein ersetzten harten Schiefer zugleich mit Marmor, Granat und Erzen sogleich im *Liegenden* des Schichtensystemes auf, sobald dasselbe dort mit dem Granit in Contact kommt. Mit diesem wiederholt sich bei wegfallendem Schichtensystem und ohne feigere Aufrichtung der zunächst berührenden Schichten derselbe Conflict, wie vorlier mit dem Hangenden; ein Conflict, von welchem die Plattform des *Paradiesberges* und *Hörtekollen* ausgezeichnete Beispiele geliefert haben.

Weil sich das Einschießen immer nach der Porphyrgränze richtet, indem es jederzeit rechtwinklig gegen dieselbe ist, so folgt, daß die Streichungslinien dieselbe bogenförmige Biegung darstellen müssen, welche das ganze Terrain in *Asker* und *Lier* zeigt. Nur da, wo sich der Porphyr dem Granite gerade gegenüber befindet, was auf der nördlichen und östlichen Seite von *Vardaasen* der Fall ist, vermag der Granit das Einschießen wiederum gegen sich zu wenden. Bei diesem Bestreben, bei dieser successiven Umbiegung

und Abweichung der Granitgränze von ihrem früheren Parallelismus mit der Porphyrrgränze sieht man die harten Schiefer in ganz *horizontalen* Parallelmassen; eine Lage, durch welche der Uebergang aus dem Einschliessen vom Granite weg in das widersinnige nach dem Granite zu vermittelt wird. Man vergleiche hiermit die geognostische Karte, auf welcher *Vardaasen* in *Asker* derjenige Theil vom Graniterrain des *Dramsffjordes* ist, welcher am meisten gegen *Christiania* hervorspringt.

Die angeführten Erscheinungen vernichten gänzlich die Gründe, zufolge welcher das Wegfallen der Parallelmassen das Aufliegen des Kalk-Thonschiefer-Terrains auf dem Granite, und ihr Zufallen das Unterliegen desselben unter letzterem beweisen soll.

Wir verfügen uns zu dem letzten Theile des Terrains, welcher zu *Ringerige* und *Hadeland* gehört, und von folgenden Gesteinen begränzt wird:

1) Von demselben Porphyre, welcher sich in den *Holsffjord* senkte; von hier steigt die Gränzlinie bald wieder aufwärts, läuft in einer Höhe von 300 bis 400 Meter über den Fjordspiegel, und setzt vom oberen Ende des *Steensffjordes* durch unwegsame Waldstrecken nach Norden bis in *Jernagers* Kirchspiel auf *Hadeland* fort.

2) Von granitischen Bildungen in *Jernager*; die Gränzlinie ist eine Fortsetzung der vorigen, wird von dem *Hakedaler* Postwege zwischen *Harestuen* und *Hagerstad* geschnitten, ist aber sonst noch nicht erforscht.

3) Von Gneus, welcher das Terrain in Nordosten und Westen umgiebt; im Thale östlich unterhalb

Overdal an der *Rögenselv*, zwischen *Brambokampen* und *Smedshammer*, so wie zwischen dem südlichen Ende des *Randsfjordes* und dem Gehöfte *Moe* in *Jernager* liegen bekannte Punkte dieser Gränze; sie wird von den Sandmooren (*Sandmoer*) der *Viulelv* unterhalb des *Hønesfoss* bedeckt, und sinkt darauf in den *Tyrifjord*.

Ringeriges und *Hadelands* Areal beträgt, so weit dasselbe aus Kalk, Thonschiefer und Sandstein besteht, ungefähr 8 Quadratmeilen. Das Einschieseln ist in der südlichen Hälfte südöstlich, also vom Gneuse weg und dem Porphyr zu gerichtet, in der nördlichen Hälfte, welche in Westen, Norden und Osten von Gneus eingeschlossen wird, nordwestlich. Da die Gränzen so wenig untersucht sind, so lassen sich keine speciellen Data in Bezug auf Contacts- und Positions-Verhältnisse angeben. Wir nehmen an, daß sie dieselben sind, welche in den übrigen Theilen des Districtes Statt finden.

Krogstovens Porphyrterrain. In Westen und Süden, so wie zum Theil auch in Osten und Norden, wird seine Erstreckung vom Sandsteine in *Asker*, *Eger* und auf *Ringerige* bestimmt; außerdem wird es von dem Granit-Terrain oberhalb *Christiania* und namentlich in einer Linie begränzt, deren ungefährrer Verlauf in der Nähe von *Bogstad* beginnt, von wo sie in *Maridalens* hohe Berggegenden eindringt, und vom *Mellemkollen* aus mit nordwestlicher Richtung nach *Jernagers* Kirchspiel gelangt. Die größte Länge des Terrains ist ungefähr 6, die Breite 2 — 3 Meilen, das Areal etwa 10 Quadratmeilen.

Der herrschende Porphyr sowohl als seine verschiedenen Modificationen und Uebergänge gleichen vollkommen den Gesteinen in *Tönsbergs* und *Holmestrands* District. Man sieht Rhombenporphyre, Nadelporphyre, Uebergänge in Mandelsteine, endlich auch thonsteinartige Gebilde und solche fast erdige-eisenhaltige Massen, welche von gewissen Modificationen des rothen quarzarmen Sandsteines nicht sehr verschieden zu seyn scheinen. Auf *Gyrihougen*, dem höchsten Punkte des Terrains (600 bis 700 Meter), ist des Porphyrs Grundmasse granitisch feinkörnig, während die Feldspathrhomben röthlichgrau und glasartig (*glasagtig*) mit schwachem labradorischen Farbenspiele erscheinen.

Außer den genannten Bildungen kommt noch Grünstein im Porphyrterrain vor; er bildet seigere Gänge von verschiedener Mächtigkeit, und zeichnet sich hier und da vor dem im Kalk-Thonschiefer auftretenden Grünsteine durch eine gewisse Porosität aus, welche nicht von Blasenräumen, sondern von einer lockern, und anscheinend wenig in einander passenden Combination seiner Krystalle herrührt. Der sogenannte *Mörkgang* *) unter dem *Gyrihougen* ist eine klaffende seigere Kluft im Porphyr von etwa 4 Meter Mächtigkeit, deren Sohle von dergleichen porösem Grünstein gebildet wird, welcher gangförmig aus dem den Porphyr unterteufenden, sehr grobkörnigen Sandsteine aufsteigt.

Die Lagerungsverhältnisse des Terrains scheinen auf den ersten Blick ohne Schwierigkeit bestimmt wer-

*) Zu Deutsch: *finstre Gang*.

den zu können. Man sieht von drei Seiten her die Sandsteinschichten unter den Porphyrr einschließen, sieht, wie dieser letztere überall längs der an den genannten drei Orten vollkommen entblößten Contactlinie auf der obersten Sandsteinschicht wie ein Lager auf seinem Liegenden ruht, und es kann, so weit die Beobachtung reicht, gewiß nichts dem Schlusse entgegenstehen, daß der Sandstein die Basis des Terrains bildet, so daß die Oberfläche seiner obersten Parallelmasse als Auflagerungsfläche dient. Allein, ein so großes Sandstein-Ganzes, eine solche muldenförmige Gestaltung der Parallelmassen, wie sie die convergirenden Richtungen des Einschließens voraussetzen würden, wäre bis jetzt in dieser Formation ohne Beispiel. Im Gegentheil hat die Gegend bei *Holmestrand* gezeigt, daß sich der Sandstein keinesweges beharrlich in der Eigenschaft einer Basis wie das Liegende eines Lagers zu behaupten vermag; der Porphyr verhält sich ebendasselbst nicht selten *übergreifend*, ja, er dringt sogar *gangförmig* in den Sandstein ein. Diese Betrachtungen haben wenigstens den Erfolg, daß man es kaum wagt, aus der *äußern* Beschaffenheit des peripherischen Contactes den Schluß zu ziehen, er müsse auf gleiche Weise in den innern Theilen des Terrains Statt finden. Zieht man nun ferner in Erwägung, daß das Auftreten des Sandsteines vielleicht nur ein an das Zusammentreffen des Porphyrs mit dem Kalk-Thonschiefer-Terrain gebundenes Phänomen sey, und daß sich gerade derselbe Porphyr unmittelbar und innig mit der Gneusformation verbunden zeigte *), so

*) Am *Egeberg* und an *Näscdden*.

A. d. V.

bleibt es in der That sehr zweifelhaft, ob das Porphyrterrain in jener Centralregion, nach welcher die Richtungen des Fallens convergiren, noch dieselbe Unterlage und dieselbe nach der Regel der Auflagerung gebildete Berührungsfläche habe, wie sie längs seiner Peripherie zu beobachten sind.

Die Contactsverhältnisse mit den granitischen Gesteinen, welche das Porphyrgebiet in dem Theile der Gränze treffen, von welchem der Sandstein ausgeschlossen ist, können kaum von jenen verschieden seyn, welche uns das *Lougenthal* und die Gegend von *Stie's Kirche* kennen lehrte, und welche in Verbindung mit einigen andern Umständen auf eine Juxtaposition schliessen lassen. Directe Beobachtungen sind nicht vorhanden.

Das Granit-Terrain des Christiania-Thales, von Hakedalen, Hurdalen und Toten. Die bisher befolgte Ordnung führt uns aus dem Gebiete des Porphyrs in den District der angränzenden granitischen Gesteine. Sie sind es, welche *Christianias* Bassin im Norden einschliessen, und *Hadelands* Kalk- und Thonschiefer-Terrain berühren; sie verbreiten sich bis nach *Toten* und an den *Mjösen* und nehmen einen Flächenraum von 20—30 Quadratmeilen bei einer Länge von 10—12, und einer Breite von höchstens 4 Meilen ein. Solchergestalt kommt dieses Terrain in der Grösse dem Granitterrain des *Lougen* sehr nahe, wie es denn auch mit ihm rücksichtlich der Beschaffenheit der Gesteine ganz analog ist.

Unter den vielen verschiedenen Feldspath-Concretionen mit Hornblende, Quarz, Glimmer und

Zirkon, welche, ohne an eine bestimmte Regel gebunden zu seyn, im Terrain auftreten und verschwinden, scheint in den nördlichen Theilen ein reiner, oft grobkörniger Granit am häufigsten zu seyn, so wie der Syenit in der Nähe von *Christiania* gewöhnlich ist. Als untergeordnete Bildungen treten auf:

a) *Syenitporphyr*, *Feldspathporphyr* und *Hornsteinporphyr*; sie erscheinen in der Nähe des Kalk- und Thonschiefer-Gebietes und bilden Uebergänge in Quarzfeldstein oder selbst unmittelbar in die harten Schiefer.

b) *Porphyre*, welche der Gruppe des *Rhombenporphyra* angehören. Am häufigsten bilden sie auf- und ein-gelagerte Massen von unregelmässiger, jedoch oft scharf begränzter Form, so daß vollkommene Uebergänge in die granitische Structur selten zu seyn scheinen. Der Gipfel von *Vettakollen* bei *Christiania* besteht aus einem zu dieser Klasse gehörigen Porphyr, welcher mit dem im Berge vorherrschenden Syenit durch gegenseitig eindringende Adern und ein wechselseitiges Umschliessen der Massen verbunden ist. In einer sporadischen Porphyr-Masse derselben Art, welche ungefähr mitten zwischen *Barnekjernet* und der Spitze der Kuppe im Syenite liegt, sieht man, wie sich die Feldspathrhomben aus dem von der Granitconcretion am weitest entfernten Theile zurückziehen, und ein *schwarzer dichter Kalkkiesel* die *mittlere Partie der Masse* bildet, wie er gewöhnlich im *Christianiathale* auftritt, wo die Rhombenporphyre an den Kalk ohne scharfe Demarcation gränzen.

c) *Magneteisenstein*, meist in Begleitung von Granat, Eisenkies und Kalkspath; er nimmt Räume

von unregelmässiger Form und sehr verschiedener Mächtigkeit im Granite oder Syenite ein, mit welchen Gesteinen er sich in der Peripherie seiner Concentrations-Massen vermengt. Da jedoch diese Erze gern in der Nähe der anstossenden Kalk-Thonschiefer-Districte auftreten, so geschieht es auch zum Theil, daß sie ihre Lagerstätte in den dem Terrain untergeordneten Feldstein- und Hornstein-Porphyren haben.

Ueber den Kalk, welcher in mächtigen Ablagerungen mitten im Syenite oberhalb des *Sognsvand* in *Agers* Kirchspiel und am *Gar-See* in *Hurdalen* vorkommen soll, wage ich mich nicht bestimmt zu erklären; so wenig, als über die Vermuthung, daß auf *Toten* Serpentin dem Granitterrain untergeordnet vorkomme *).

Der Theil der Terraingränze und der Contacts-Verhältnisse, welcher zugleich *Christiania's* und *Hadelands* Kalkgebiete, so wie *Krogskovens* Porphyry angeht, ist oben verhandelt worden. Wir fügen noch folgende Gränzbestimmungen hinzu: auf *Gjelleraasen* wird der Granit (und Syenit) von Gneus berührt; in *Nittedalen* zieht er sich innerhalb eines Kalk- und Thonschiefer-Terrains zurück, bis er wieder in

*) Diese Vermuthung beruht auf dem Funde einiger losen Serpentinblöcke im Flachlande von *Toten*, deren Heimath nicht im Kalk- und vielleicht eben so wenig im Gneus-Gebiete gesucht werden kann. Die Beobachtung, daß eine mit Thallit stark imprägnirte Varietät von Rhombenporphyr dem Serpentin ähnlich werden kann (?), scheint für die angeführte Vermuthung zu sprechen; denn untergeordneter Rhombenporphyr soll östlich von *Teterud* vorkommen.

Nannestade Kirchspiel mit Gneus zusammentrifft. Ein sicherer Punkt dieses Contactes liegt am südlichen Ende von *Hurdals-Vand*, da wo der Weg von *Eidsvold* zuerst an diesen See hinabsteigt. Von da vermuthet man, daß die Gränzlinie über den *Misberg* läuft, wo der Contact mit dem Gneuse abermals aufhört, und ein neues Versteinerungsterrain vordringt, welches den Granit in einer Linie begränzt, die nördlich durch *Feigring* dem Ufer des *Mjösen* ziemlich parallel läuft, bis sie sich in der Nähe der *Paulsgrube* etwas nach Nordost schwingt, so daß der Granit der *Skreiberge* in den *Mjösen* abfällt. Auf der Nordseite dieser Berge wird der District von Gneus begränzt, indem die Gränze anfangs gegen Südwest, nachher gegen Süden läuft, und ihren Kreislauf auf *Hadeland* beschließt.

Von diesen weitläufigen Strecken sind wir nur im Besitze einer einzigen directen Beobachtung über Contact und Lagerung; allein sie ist um so wichtiger, da sie in einer Gegend, welche am weitesten von jener entfernt ist, wo wir zuerst die eigenthümlichen Verhältnisse des Granites zum Versteinerungsterrain auffanden, das Constante und Gesetzmäßige dieser Verhältnisse bekräftigt. Der ausgezeichnete, aus Feldspath und Quarz bestehende Granit der *Skreiberge* trifft auf dem Gipfel des *Skreikampen* (etwa in 700 Meter Höhe) mit den harten Schiefen von *Feigrings* Kalkterrain zusammen, und dabei wiederholen sich genau dieselben Combinationen, welche die Inseln im *Langesundsfiorde* darboten, mit derselben Evidenz und derselben Zugänglichkeit wie dort; denn die bedeutende Erhebung der Kuppe und ihre freie Lage haben eine eben so vollkommene Entblößung des Fels-

bodens zur Folge, als sie die Seeluft und der Wellenschlag hervorzubringen vermögen. In wiefern die gegenseitige Verflechtung der Massen in einer horizontalen Fläche zur Schau liegt, bedarf sie keines Supplementes der Einbildungskraft, und rücksichtlich der Vorstellung, welche man sich von der Lage und dem Verlaufe der Contact-Zone in der Tiefe zu machen hat, finden sich verticale Felsenwände, welche diese Zone senkrecht ohne eine bestimmte Neigung gegen den Horizont erscheinen lassen.

Nittedalens Kalk- und Thonschiefer-Terrain.

Ein Theil des Thalbodens zwischen *Nittedalen* und *Hakedalen* wird von schwarzem, mit dichtem grünen Kalksteine wechselndem Thonschiefer gebildet; körniger Kalk und harte Schiefer, theils in der Form von Bandjaspis, theils in Hornsteinporphyr übergehend, schliessen sich an das Schichtensystem dieser Gesteine, und constituiren mit ihnen ein schmales, langgestrecktes Terrain, welches von dem zuletzt angeführten Granitdistricte in Westen und von Gneus in Osten eingeschlossen wird. In Süden beginnt dasselbe auf der Nordseite des *Skytteraasen*, und scheint bis hinauf gegen den Häuslerplatz *Fredrikstad* hinter *Väringskolle* zu laufen; unterhalb *Hakedalens* Kirche wendet es sich nach Nordost und erstreckt sich 1 — 2 Meilen weit nach *Nannestads* Kirchspiel, wo es sich zwischen Granit und Gneus auszuheilen scheint. Das herrschende Einschießen ist westlich und nordwestlich, also von der Gneusgränze weg und der Granitgränze zu gekehrt. Uebrigens ist das Terrain analog mit den

übrigen Versteinerungsgebieten in der großen Strecke um *Christiania*, auf welche wir noch immer zurückblicken.

Feigringens Kalkterrain bildet den letzten District in *Christianias* Territorium; seine Länge erstreckt sich vom *Misberge* in Süden bis zum *Skreikampen* in Norden; seine Breite ist zwischen *Hurdalens* und *Totens* Granit in Westen und dem *Mjösen* in Osten eingeschränkt; specielle Thatfachen zur genaueren Gränzbestimmung sind nicht vorhanden.

Dieses Terrain, in welchem der gewöhnliche graue Versteinerungskalkstein und die harten Schiefer die wichtigsten Gesteine sind, ist eines der reichsten an Erzen. Am *Skreikampen* ist ein ganz bedeutender, von Granat stark durchzogener, und mit der nahen Granitgränze ziemlich paralleler Strich im Gebiete der Schiefer mit Magneteisenstein theils imprägnirt, theils mit derben Massen dieses Erzes erfüllt. Auf der Nordseite des *Misberges* bei *Steenbye* hat man im grauen, feinkörnigen, granathaltigen, und mit Kieselkalk wechselnden Marmor eine Bleigrube betrieben; Bleiglanz und Blende kamen zugleich mit Eisenkies und Kupferkies theils eingesprengt, theils nesterweise in Kalkspath vor, welcher eine gangförmige, feigere Masse im Marmor und in den harten Schiefen zu bilden scheint.

Bei dem Mangel mehr zusammenhängender Beobachtungen sey noch bemerkt, daß ein Einschiefsen von 20° — 20° in hor. 6 W für grünliche, röthlichgraue und braunlich schwarze Lagen von grobem Bandjaspis in der Gegend zwischen *Alnäs* und *Norddalen* am *Skreikampen* Statt findet; daß die harten Schiefer die-

ses Einschliessen oberhalb *Norddalen* dahin ändern, daß sie auf *Skreikampen* entweder senkrecht stehen, oder unter sehr grossen Winkeln in hor. 11, also direct gegen den Granit hin fallen; daß die Gneusformation in einem sehr niedrigen Niveau am westlichen Ufer des *Mjösen* ansteht, von wo aus sich *Feigringens* Kalk-terrain plötzlich bis zu *Skreikampens* grösster Höhe erhebt, und endlich, daß die Parallelmassen dieser Gneusbildungen senkrecht in hor. 10 streichen, was beweist, daß die respective Lage der zusammentreffenden Formationen *nicht* übereinstimmend ist.

Wir sind nun, so weit die angestellten Untersuchungen es gestatteten, sämtliche innerhalb der um *Christiania* angegebenen Gneusgränze combinirte Terrains durchgegangen. Bei einem nochmaligen Ueberblick des Ganzen bemerken wir vorzüglich:

1) Die Gesteine sind entweder solche, welche der Parallelsiructur unterworfen sind, (als Schiefer und Lagermassen), oder sie sind Granite, oder Porphyre. Eine vierte, untergeordnete Gruppe bilden die Grünsteingänge.

2) Eine jede der drei Hauptgruppen bildet mehrere, räumlich von einander abgesonderte, aber ihrer Beschaffenheit nach identische Terrains.

3) Ueberreste von wirbellosen Thieren sind zuverlässig in den von Kalk- und Thonschiefer- gebildeten Terrains vorhanden.

4) Alle Gesteine, nicht nur einer und derselben, sondern auch verschiedener Gruppen bilden ohne irgend eine Ausnahme Uebergänge in einander. Die

Uebergangsreihen sind so vollständig, daß Granit mit Versteinerungskalk, Porphyr mit Thonschiefer, und Marmor mit conglomeratartigem Sandsteine verkettet ist. Diese Uebergänge geben den *ersten* Grund zu jener Behauptung, daß sämtliche Terrains in dem bezeichneten Landstriche einem *einzigem unzertrennlichen* Ganzen angehören.

5) Der *zweite* Grund liegt in der Beschaffenheit der Contacts-Verhältnisse, wenn sich zwei ungleichartige Terrains ohne die Uebergangsreihen treffen, welche ihre Differenz allmählig aufheben. Dergleichen Verflechtungen und gegenseitige Durchdringungen der Massen drücken eine eben so innige Connexion, eine eben so vollkommene Gegenseitigkeit aus, als die Uebergänge.

6) Die Granitgruppe und Porphyrgruppe lassen ihre Bildungen *wechselsweis untergeordnet* in ihren respectiven Terrains auftreten, so wie beide auf gleiche Weise in den Versteinerungsgebieten erscheinen. Von diesen letzteren kommt wenigstens Sandstein untergeordnet in den Porphyrgebieten vor. In dieser gegenseitigen Unterordnung, welche sich vielleicht noch weiter erstreckt, ist der *dritte* Grund für die Einheit des Terrains als einer unzertrennlichen Formation enthalten.

7) Für dergleichen in den Districten fremder Gruppen untergeordnet auftretende Massen gelten nicht dieselben Lagerungsgesetze, wie für die selbstständigen Terrains. Der in den Versteinerungsgebieten sporadisch vertheilte Rhomben-Porphyr findet sich eben sowohl *übergreifend*, als *nebenan-* und *unter-gelagert*; ebendasselbst kommen granitische Mas-

sen theils *auf-* theils *ein-gelagert* vor. In den Granitterrains werden die Porphyre gewöhnlich vom Granite oder Syenite, so wie diese wiederum von jenen in ihren Districten *getragen*.

8) Die verschiedenen selbstständigen Terrains können im Ganzen nur als *nebeneinander* gelagert gelten. Die Ausnahme, welche man vielleicht rücksichtlich der Verbindung zwischen Porphyr und Sandstein machen möchte, giebt wenigstens keinen zureichenden Grund für die Annahme, die ganze Gruppe, zu welcher der Sandstein gehört, als eine Porphyrbasis zu betrachten.

9) Die Versteinerungs-Terrains senken ihre Parallelmassen nach einer Regel, an welcher die Qualität und Lage der umgebenden Terrains entweder als Ursache oder als Wirkung Theil hat. Ist ein Porphyrterrain vorhanden, so ist das Einschliessen in jedem Falle *gegen dasselbe* gerichtet, und der Neigungswinkel im Contacte übersteigt selten 30° . Liegt also ein Granitterrain dem Porphyr gegenüber, so folgt, daß die Parallelmassen vom Granite *weg* fallen. Hat dagegen ein Granitterrain die Gneusgränze sich gegenüber, so fordert es ein nach sich *zugewendetes* Einschliessen, und der Neigungswinkel *wächst bis zur Seigerheit*. Befinden sich die Parallelmassen zwischen zwei gleichlaufenden Granitgränzen, so findet entweder *gar kein*, oder ein mit *den Gränzen paralleles* Einschliessen Statt.

10) Ein eben so bestimmtes Verhältniß zu ihren verschiedenen Umgebungen haben die Versteinerungsgebiete darin, daß sie regelmäfsig und zum Theil ausschliessend bei *gewissen Contacten gewisse Bildungen* entwickeln; z. B. Quarzbildungen und eigenthüm-

liche Porphyre in und bei der Gneusgränze; harte Schiefer, Glimmer-Ausfonderungen, Marmor, Granat und Erze in der Nähe der Granitterrains; Sandstein im Contacte mit Porphyrrterrains.

11) Bei *Holtebroe* in *Sande* sind die Parallelmassen des Versteinerungsterrains seiger an der Gränze eines Porphyrrterrains, und die harten Schiefer treten an der Stelle des Sandsteines auf; zwischen *Steen* und *Slemdal* schießen die Parallelmassen des Versteinerungsterrains mit geringer Neigung gegen ein Granitterrain ein, und Sandstein erscheint an der Stelle der harten Schiefer. Diese beiden Fälle scheinen der Nothwendigkeit und Allgemeingültigkeit der oben angeführten Regel des Einschliessens in Bezug auf diese oder jene Gränz-Bildungen direct zu widersprechen. Und doch sind es gerade diese Fälle, welche den schlagendsten Beweis für die Gültigkeit jener Regel liefern. Denn bei *Holtebroe* stellt der Porphyr im Contacte Granit dar, und bei *Skeen* tritt ein eigener Porphyr aus dem Granitgebiete hervor, um mit dem Sandsteine zusammenzutreffen.

12) Granit und Porphyr wiederholen mit Bildungen der *Gneusgruppe* wenigstens einige der *Combinationen*, welche ihre *innige Verknüpfung* mit den Versteinerungsgebieten bezeichnen.

13) Kalk und Thonschiefer sind nicht *ohne allen Einfluss* auf anstossende Bildungen der *Gneusgruppe*.

14) Die vollkommene Reciprocität, welche die Connexionen zwischen den Versteinerungsgebieten, dem Granit- und Porphyr-Terrain charakterisiren, ist keinesweges auch auf die Verbindungen mit dem Gneuse ausgedehnt. Könnte man auch sagen, daß sich

Bildungen aus der Granit- und Porphyry-Gruppe unterordne, so ist doch kein Beispiel von einem umgekehrten Falle bekannt. Sollte auch das Einschließen des Kalkes und Thonschiefers zum Theil durch das Zusammentreffen mit dem Gneuse bestimmt seyn, so verrathen doch die Stellungen der beiderseitigen Parallelmassen gar keine Beziehung.

15) Es ist kein Factum vorhanden, welches der Vorstellung entgegen wäre, daß die Schichtenysteme des Kalkes und Thonschiefers auf der Gneusformation *aufgesetzt* oder *aufgelagert* seyen. Granit, Porphyry und Grünstein dagegen haben nur gezeigt, daß sie bis zu unangeblicher Tiefe in dieselbe eindringen.

V.

Orthokeratit-Kalk und conglomerat - ähnliche Bildungen außerhalb Christianias Territorium.

Kein Theil von Norwegens Felsboden ist von vollkommen gleicher Beschaffenheit mit dem Districte, welchen der Gneus in einem weiten Umkreise um *Christiania* einschließt. Am meisten Uebereinstimmung damit zeigt ein anderer, weiter nördlich gelegener Theil von *Agershuus-Stift*, in welchem man wenigstens einige von den Bildungen wieder findet, welche in *Christianias Territorium* auftreten.

Vorzüglich kommt der dunkle dichte Kalkstein mit seinen eigenthümlichen Versteinerungen auf *Hedemarken*, *Toten* und in mehreren Gegenden um den mittleren Theil des *Mjösen* weit verbreitet vor. Vorherrschend ist er in einem Terrain, welches gegen

Südwest und Südost scharf von der Gneusformation begränzt wird, während es in Norden keine genau angebliche Gränze besitzt, weil es daselbst allmählig von verschiedenen Schieferbildungen und conglomeratarartigen Gesteinen aufgenommen wird, in welchen es sich zum Theil ganz verliert.

Wir wollen versuchen, diesen Kalk und sein Terrain etwas genauer zu bezeichnen, und nachher seine Connexionen im Norden verfolgen.

Ungefähr von dem Puncte aus, in welchem *Hadeland* und *Toten* auf der östlichen Seite des *Einavand* aneinander gränzen, beginnen zwei Linien, in welchen Gneus die versteinierungshaltigen Bildungen begränzt. Die eine Linie schwingt sich nordöstlich hinab gegen *Balke* auf *Toten*, durchschneidet das Bassin des *Mjösen*, setzt nach Nordosten durch *Stange* und *Rømmedal* fort, geht mit einer mehr nördlichen Richtung durch *Leuten*, und tritt in *Elverums* Kirchspiel in *Oesterdalen* ein. Hier verschwinden die Versteinierungen, und der Kalk, in welchem sie auftraten, wird conglomeratartigen Bildungen untergeordnet. Die zweite vom *Einavand* ausgehende Gränzlinie ist unsicherer; indessen läßt sich so viel anführen, daß der *Einavand* selbst und nach ihm die *Hundselv* die Gränze etwa auf 2 Meilen weit nach Norden bezeichnen, daß zwei Contactspuncte in *Lands* Kirchspiel, zwischen der Hauptkirche und *Norbye*, so wie zwischen *Tonvold* und *Oestsind* bekannt sind, und endlich, daß schwarzer, dünnschieferiger Thonschiefer (und Kalk?) noch bei *Hovedlien* unter dem *Söndsfjelde* in *Torpen* vorkommt. Denkt man sich nun noch eine dritte Linie von Osten nach Westen zwischen *Hoved-*

lien und dem nördlichsten Puncte der bis *Oesterdalen* verfolgten Gränze, so wird ein nach Süden spitz zulaufender District abgeschnitten, welchen genau das Versteinerungsterrain um den mittleren Theil des *Mjösen* einnimmt; die größte Länge beträgt von Osten nach Westen wenigstens 12, von Süden nach Norden ungefähr 6 Meilen, das Areal 30 — 40 Quadratmeilen *).

Der Kalkstein innerhalb dieses Raumes ist vollkommen identisch mit jenem, welcher ein so ausgezeichnetes Formationsglied in *Christianias* Territorium bildet; er ist aschgrau, rauchgrau, schwärzlichgrau, blaulichschwarz, im Bruche dicht und feinsplittrig. Rücksichtlich der Modificationen der Farbe führt Heyerdal, von welchem wir eine mineralogische Beschreibung über *Ringsagers* und *Totens* Kirchspiele besitzen, eine röthlichgraue und ziegelrothe Varietät an. Der Bruch geht hier und da aus dem Dichten in das KrySTALLINISCH-körnige über. Außerdem scheinen die Nüancen und Uebergänge des Hauptcharakters nicht von sehr großem Umfange zu seyn. Der graue, dichte Kalkstein umschließt einen Reichthum von Polypiten, Cochliten und Conchiten; am häufigsten und bezeichnendsten sind die Orthokeratiten. Die Kalkmassen kommen lagerartig mit Thonschiefer wechselnd vor.

Diese letztere Gesteinsart läßt sich nicht von der gleichnamigen in *Hadelund* und in *Christianias* Bafsin unterscheiden. In ihrer reinsten Form ist sie

*) Heyerdal führt einen aus Gneus bestehenden Bergrücken zwischen *Näs* und *Ringsager* auf *Hedemarken*, also mitten im Terrain an. Topographisk. Statist. Samlinger I, 1, S. 19.

schwarz, mild, dünnschiefrig; sie zeigt sich zum Theil als glänzender Alaunschiefer, und ist oft sehr bituminös; auf der einen Seite verläuft sie sich in die Kalkgebilde, auf der andern wird sie von Kiesel durchdrungen und geht in Quarzfels und Grauwackschiefer über.

Als drittes Hauptglied des Terrains tritt eine Familie von Gesteinen auf, deren Structur mehr oder weniger conglomeratartig ist, und welche sich insgesamt durch Uebergänge aus dem Thonschiefer verfolgen lassen. Man sieht, daß Quarzkörner und Feldspathstücken von der Thonschiefermasse aufgenommen werden, welche dann meist von Kalk durchdrungen ist; die Quarzkörner und Feldspathstücke werden häufiger, die Schieferstructur verschwindet, und das Gestein wird Grauwacke *). Ferner geschieht es, daß sich der Thonschiefer mit Kiesel zu einer homogenen Masse vereinigt, der Thon wird zurückgedrängt, und ein derber dichter Quarzfels kommt zum Vorschein; der Quarz wird körnig abgefondert, der Thon erscheint wiederum zugleich mit Eisengehalt zwischen den Körnern, und das Resultat ist ein vollkommener Sandstein. Vom Sandsteine und der Grauwacke setzt die Uebergangsreihe in eine Concretion fort, in welcher die Quarzkörner die Größe von Wallnüssen übersteigen, während die Zwischenmasse hart, thonschieferartig, oft mit Glimmerblättchen, kleineren Quarzkörnern und scharfkantigem Feldspathe erfüllt ist. Noch eine andere Varietät, und zwar die äußerste in

*) Vom *Fangberg* auf *Hedemarken* sagt v. Buch: Die Felsen bestehen aus schöner und ausgezeichneter Grauwacke; zum erstenmale sah ich sie mit Bestimmtheit in Norwegen. *Reise I*, S. 169.

der Reihe, zeichnet sich dadurch aus, daß Feldspath und Glimmer zum Theil ganz aus der Zwischenmasse verschwinden, und dagegen in besondern granitischen Concretionen von der Form der Quarznüsse und zwischen denselben vorkommen. Uebrigens sind die weniger bedeutenden Nüancen unzählig.

Diese conglomeratartigen Gesteine sind zum Theil in regelmässigen, ebenen Parallelmassen in das Schichtensystem des Kalkes und Thonschiefers eingeschaltet, am häufigsten jedoch bilden sie ganze Gebirgsstrecken, in welchen schmale Kalk- und Thonschiefer-Parallelen untergeordnet auftreten. Wo in dergleichen Strecken das Gestein grobkörnig und sehr quarzreich ist, und die schiefrigen Bildungen fehlen, erscheint gar keine regelmässige Schichten-Absonderung, aus welcher sich Streichen und Fallen bestimmen liesse. Demungeachtet entspricht das Streichen der ganzen Gebirgsmasse dem herrschenden Streichen des Kalkes und Thonschiefers, und solchergestalt werden mächtige parallele Zonen gebildet, deren grösste Breite eine halbe, ja wohl eine ganze Meile übersteigt.

Das Einschliessen des Kalkes und Thonschiefers ist beständig nach Norden gerichtet; Abweichungen nach Osten erreichen selten hor. 2, nach Westen dagegen öfters wohl hor. 10. Von südlichem Einschliessen giebt es einige wenige Beispiele, wenn der Neigungswinkel sehr groß ist; die gewöhnliche Neigung schwankt zwischen 50° und 70° .

Die Regel des Einschliessens fordert, daß die Parallelmassen auf einander von Süden nach Norden folgen; da folglich auch die Profile der Zonen in der Süd-nordlinie liegen, so übersieht man die Haupttheile

des Terrains am leichtesten, wenn man in derselben Richtung vorwärts geht.

Die erste große Abtheilung gehört *Toten, Näs, Stange, Rommedal* und *Vang* und wird fast ausschliessend von Kalk und Thonschiefer gebildet. Auch durch *Land* und *Vardal* streicht Kalk. Nördlich von *Oestsind, Vardal* und *Fuurnäs* trifft man die erste mächtige Zone von conglomerirten Felsarten; sie scheint am mächtigsten zwischen *Oestsind* und *Torpen*, geht von da gerade östlich zwischen *Vardal* und *Snertingsdal*, scheint aber auf der andern Seite des *Mjösen* eine etwas nordöstliche Richtung anzunehmen und sich zwischen *Fuurnäs* und *Veldre* in zwei Arme zu theilen. In Norden wird sie von einer Kalkzone mit Thonschiefer begränzt, welche von *Vesttorpens* Plateau östlich über *Oesttorpen* hinab durch *Snertingsdalen* streicht, und das Flachland um *Ringsagers* Hauptkirche bildet; dort scheint auch diese Zone eine Biegung nach Nordosten zu erhalten, und mehr und mehr von der Grauwacke verschmälert zu werden; es ist zweifelhaft, ob sie *Oesterdalen* erreicht.

Hierauf folgen conglomeratartige Bildungen in einer Gebirgsstrecke, welche *Snertingsdalen* von *Biris* Kirchspiel trennt. Gegen Westen, in *Torpen*, werden sie zwischen Kalk verdrückt, nehmen dagegen nach Osten in *Ringsager* an Mächtigkeit zu. An sie schließt sich die letzte der Kalkzonen, in welchen sich Versteinerungen gefunden haben; sie bildet den Haupttheil von *Biri*, so wie den gegenüber liegenden Strich von *Ringsager*, und ist vielleicht dieselbe, von welcher noch einige Spuren am südlichen Fusse des *Söndsfjeldes*

in *Torpen* auftreten *). Mit dieser Parallelzone hat das Terrain den nördlichen Theil des *Mjösen* erreicht, und berührt *Guldbrandsdalen*; es darf nicht wohl weiter nach Norden ausgedehnt werden, gesetzt auch, daß Versteinerungen in einer höheren Breite entdeckt werden sollten; denn schon *Biri's* und *Ringsagers* Kalkzone nehmen ein geringeres Areal ein, als die conglomeratartigen Bildungen dieser Gegenden **), und der Thonschiefer an den Ufern des *Mjösen* zwischen *Biri* und *Brottum* nimmt lichtere Farben, größere Festigkeit und eine dickere Schieferstructur an, als sie dem Thonschiefer des Versteinerungsgebietes zukommen; er zeigt schon deutlich, daß er einer Reihe angehört, welche vom *Glimmerschiefer* ausgeht.

Außer Kalk, Thonschiefer und der Familie der Grauwacke treten innerhalb des bezeichneten Gebietes noch einige solche Bildungen auf, welche ungeachtet ihrer geringen Mächtigkeit und ihres ganz lokalen

*) Zwischen *Fjeldaasäter* und der *Vismundelv*, etwa $\frac{1}{2}$ Meile vom *Vismundsee* fand ich denselben blaulichschwarzen, schimmernden Kalk, wie in den *Somsbakken* nördlich von *Svennäs* in *Biri*; und bei *Skinderlien* in *Torpen* einen ähnlichen Kalkstein.
A. d. V.

**) Um dies zu bemerken, braucht man nur einen Blick auf die Physiognomie der Landschaft zu werfen. Während die südliche Hälfte des Versteinerungsgebietes am *Mjösen* ein fast ununterbrochen cultivirtes Flachland darstellt, so enthält dagegen das nördliche Stück weit mehr hohe und wilde Waldgegenden als angebautes Land. Dies letztere schränkt sich größtentheils auf die Thalstrecken ein, welche in den Kalkzonen eingewühlt sind, während sich die Grauwackgebilde eben so den Wirkungen der Wasserströme als den Einflüssen der Cultur widersetzen.
A. d. V.

Vorkommens, doch eine vorzügliche Aufmerksamkeit verdienen. Auf einem feinkörnigen Quarz-Sandsteine in *Vang* und *Ringsager* liegt ein Porphyr, welcher mit den Rhombenporphyren in Christianias Territorium identisch ist. Seine Grundmasse ist röthlich-braun, dicht, eisenthonartig; die größten Feldspath-rhomben übersteigen zwei Centimeter in der Länge, und zeigen sich im Profile als flache Linsen, ganz so wie man sie häufig im Rhombenporphyr in der Nähe des Mandelsteines sieht. Man weiß nicht zuverlässig, ob diese Bildung weiter als auf die beiden Kuppen ausgedehnt ist, welche sie an der *Brumundelv* bildet. In *Leuten* liegen hier und da porphyrartige Rollsteine, welche anzudeuten scheinen, daß sie sich wiederholt und in diesem Falle an andern Puncten einige Modificationen erleidet. Heyerdal bemerkt, daß der Porphyr der *Brumundelv* mit Sandstein abwechselt und zum Theil von ihm bedeckt wird *).

Porphyrbildungen von andrer Art — ocherhaltiger Quarz und Quarzfeldstein mit Feldspathkrystallen von rectangulären und quadratischen Querschnitten — wurden von Heyerdal auf der Gränze von *Toten* und *Hadeland* gefunden; er bemerkt dabei, daß sie auf Gneus liegen, und identisch mit dem Porphyrlager bei *Bergsøe* und *Vigersund* in *Modum* sind. Folglich entsprechen sie der Hornstein- und Porphyr-Familie, welche wir vor den Rhombenporphyren als dem Kalk-Thonschiefer-Terrain untergeordnet aufgestellt haben.

Zunächst nach den Porphyren scheinen auch gra-

*) A. a. O. S. 44; ich kann in dieser Hinsicht nichts hinzufügen, da ich die Porphyr-Kuppen nur aus der Ferne gesehen habe.

nitische Concretionen auf eine Stelle in gegenwärtigem Terrain Anspruch zu machen. Indem der Postweg über den *Lager - Aa* von *Vang* nach *Leuten* hineinführt, läuft er über einen Granit, welcher zu viel Aehnlichkeit mit jenem der *Skreiberge* hat, als daß er dem Gneuse angehören könnte. Innerhalb des sehr eingeschränkten Raumes, in welchem er entblößt ist, steht kein anderes Gestein an; allein die Masse zeigt daselbst genau dieselbe Unbeständigkeit hinsichtlich des gröberen und feineren Kornes, welche so oft den isolirten Granitpartieen in den Versteinerungsgebieten eigen zu seyn pflegt. Daß wenigstens Hornblendconcretionen von granitischer Structur im Terrain vorkommen, kann als gewiß angenommen werden. Beim Gehöft *Kluge* in *Biri* findet sich grobkörnige schwarze Hornblende mit Glimmer und Eisenkies, welche nur der Kalkzone entweder als Gang oder als eingelagerte Masse angehören kann.

Diese Porphyre und krySTALLINISCHEN Concretionen sind es, welche in Verbindung mit den organischen Ueberresten beweisen, daß dieselbe Formation, die *Christianias* Territorium bildet, auch den jetzt betrachteten Landstrich um den *Mjösen* zusammensetzt. Der südliche Theil dieses Landstriches ist überdies räumlich so nahe mit dem nördlichen Theile von *Christianias* Territorium verbunden, daß eine abgesonderte Aufstellung desselben nicht füglich scheinen dürfte. Doch wird man sich bald davon überzeugen, daß die Formation einen ganz andern Charakter in ihrem oberen Districte um den *Mjösen* als in jenem um *Christiania* hat, und daß eine künstliche Trennung beider nothwendig geworden seyn würde, wenn nicht

der Gneus der *Streiberge* eine natürliche Gränze gegogen hätte.

Die letzte Zone des Versteinerungskalkes am *Mjösen* wird von Thonschiefer und Grauwackbildungen begränzt. Schon in dem nördlichen Theile von *Biri* und *Ringsager* beginnen diese Gesteine den Kalk zu verdrängen, mit welchem sie abwechselten. Weiterhin breiten sie sich über einen grossen Theil von *Guldbrandsdalen* aus, und rücken über einen halben Breitengrad nach Norden vor. Bei dieser so weitläufigen Ausdehnung behauptet sich doch immer noch dasselbe Einschiefsen, wie im Terrain um den *Mjösen*. Da die Stellung der Parallelmassen in *Guldbrandsdalen* ganz vorzügliche Berücksichtigung verdient, so folgen hier einige specielle Beobachtungen *):

Auf der Gränze von <i>Faaberg</i> und <i>Brottnum</i> , Fallen	70°	hor.	12½ N.
An der Brücke über die <i>Mosna</i>	—	20°	— 12½ -
Oberhalb <i>Sundet</i> in <i>Faaberg</i>	—	80°	— 12½ -
Ebendasselbst weiter nördlich	—	40°	— 2½ -
Ebendasselbst noch nördlicher	—	80°	— 2 -
Bei <i>Hundsfos</i>	—	10°	— 2½ -
Bei <i>Kramperud</i> in <i>Oeyer</i>	—	20°	— 11½ -
Zwischen <i>Kramperud</i> und <i>Bös</i>	—	30°	— 12 -
Ebendasselbst	—	70°	— 12½ -
Zwischen <i>Bös</i> und <i>Kramperud-Säter</i>	—	50°	— 12 -
Ebenda	—	50°	— 12 -
Bei <i>Rognedalsveen</i> zwischen <i>Oeyer</i> und <i>Trotto</i>	—	70°	— 12½ -
Bei <i>Stav</i> in <i>Trotto</i>	—	60°	— 11½ -
Eine halbe Meile nördlich von <i>Stav</i>	—	10°	— 1½ -

*) Die angegebenen Punkte liegen in einer Strecke von 7 Meilen von Süden nach Norden.

Noch eine halbe Meile nördlicher	Fallen	20°	hor.	10½ N?
Noch weiter gegen Norden	—	40°	—	12 —
Zwischen <i>Fodvang</i> und <i>Rörvig</i> in <i>Ringeboe</i>	—	20°	—	2½ —
In <i>Baglerkleven</i> in <i>Ringeboe</i>	—	50-70°	—	12½ —
Ebenda	—		—	3½ —
Ebenda	—		—	1½ —
Ebenda	—		—	12½ —
In <i>Elstadklov</i> etwas weiter nach Norden	—	60°	—	10½ —
Bei der Brücke unter <i>Elstadklov</i>	—	30°	—	12½ —

Eine Regel, zufolge welcher sich die Parallelmassen nach Norden senken, ist also nicht zu verkennen. Die Abweichungen, welche aufeinander, in keiner bestimmten Ordnung folgen, und oft innerhalb eines kleinen Raumes zusammengedrängt sind, scheinen jederzeit die Folge localer Krümmungen der Parallelmassen zu seyn. Diese Biegungen scheinen sogar ein partielles südliches Einschliessen zur Folge zu haben, wie auf dem Profile Fig. 8 tab. VII, welches eine Abwechslung von Thonschiefer und Grauwacke am Uferlande des *Mjösen* zwischen *Svennäs* und *Roterud* in *Biri* darstellt.

Eine Ausnahme von gröfserer Bedeutung kommt dicht am Postwege oberhalb *Sundet* in *Faaberg* vor. Parallelmassen von schwarzem, dünnstiefriem Thonschiefer wechseln mit feinkörniger Grauwacke. Nun ist es doch Regel, dass die Schieferlamellen dieselbe Lage als ihre Schichten haben; allein hier ist es nicht so. Die Richtung der Schieferlamellen *schneidet die Contactflächen mit der Grauwacke unter spitzen Winkeln*, und wir haben ein neues Beispiel von jenem merkwürdigen Falle, dass sich zwei verschiedene Parallelsysteme in einer und derselben Combination

vereinigen können. Die Ansichten von zwei verticalen Klippenwänden, in welchen dieß Verhältniß am deutlichsten hervortritt, findet man auf tab. VII Fig. 6 und 7. In der ersten Wand zeigen sich die Schichten selbst horizontal, die oberen Contactflächen des Thonschiefers (a) sind scharf markirt, während sich in den unteren die Schieferlamellen unmerklich in der Grauwacke (b) verlaufen. Die Schichten in der zweiten Klippe sind stark einschließend und weniger regelmäßig. Beide Klippenwände sind unmittelbar mit einander zusammenhängend, und ihre Entfernung übersteigt kaum 5 Meter *).

Was für Einfluß auch die Biegungen der Parallelmassen und das zuletzt angeführte Phänomen auf die Schlüsse haben mögen, welche man aus dem Einschließen und der relativen Stellung der Gesteine zu ziehen pflegt, aus dem normalen Fallen geht doch immer mit Zuverlässigkeit hervor, daß *Guldbrandsdalen* Thonschiefer und Grauwacke demselben großen Parallelsystem angehören, welchem die Zonen am *Mjösen* eingeordnet sind.

Schon in *Biri* begann der Thonschiefer die Charaktere einzubüßen, welche ihn als Begleiter des Orthokeratit-Kalkes auszeichnen. In *Guldbrandsdalen* geht die Veränderung noch weiter, und schreitet mit zunehmender Entfernung von der letzten Versteinerungszone vorwärts. Wohl geschieht es noch, daß der schwarze, milde und dünnschiefrige Thonschiefer

*) Zwischen *Pingnäs* und *Bjorko*, auch in *Faaberg* kann man dasselbe Verhältniß, jedoch nicht so deutlich, beobachten.

sich sehen läßt, aber harte, dickschiefrige, glimmerhaltige Varietäten sind bei weitem gewöhnlicher, und auf den Gränzen von *Oeyer* und *Ringsboe* trifft man schon eine seidenglänzende, dem Glimmerschiefer nah verwandte Varietät. In *Baglerkleven* und *Elstadkleven*, wo der Schiefer ungefähr 7 Meilen nördlicher als die oberste Parallelzone des Versteinerungskalkes streicht, kommt eine stark glimmerglänzende Abänderung und eine andre talkartige Varietät mit viel eingewachsenem Quarz vor.

Verfolgt man die conglomeratartigen Bildungen bis zu dieser Breite, so zeigen auch sie merkliche Veränderungen. Die grobkörnige Quarzconcretion mit großen abgerundeten Geschieben scheint nicht einmal *Guldbrandsdalen* zu erreichen. In *Faaberg* und *Oeyer* tritt feinkörnige Granwacke auf, die aus klarem, scharfkantigem Quarz und krySTALLINISCHEM Feldspathe in einer dunklen, glimmerhaltigen Thonmasse zusammengesetzt ist. Weiter nördlich zieht sich diese Bildung zurück, und wird von einem dunklen, oft blaulichen Quarz repräsentirt, der theils körnig abgesondert, theils ganz dicht, von unebenem, unvollkommen muschligem Bruche ist. Bei *Rogndalssveen* und auf den Höhen südlich von *Fodvang* sind Striche von geringerer Mächtigkeit zwischen dem Thonschiefer mit granitischen und gneusartigen Stücken von Geschiebiform erfüllt, von welchen die größten mehr als ein Decimeter im Durchmesser haben. Endlich mengt sich Talk in die conglomeratartigen Bildungen. Zwischen *Fodvang* und *Baglerkleven* liegen lose Blöcke, welche aus einem mit bruchstückartigem, grünlichweißem und grauem Talkschiefer erfüllten Wetz-

schiefer bestehen; in den Talkschieferbrocken sind Körner von Quarz und Feldspath eingewachsen. Es ist gewiss, daß diese Blöcke ihre Heimath ganz in der Nähe haben. Die entfernteste Spur von Grauwackebildungen ist vielleicht in den talkartigen Schiefeln von *Baglerkleven* zu suchen, in wiefern dieselben nämlich Quarzkörner und wohl auch viel Feldspath umhüllen. Allein hier ist die Conglomerat-Structur gänzlich verschwunden.

Von untergeordneten Bildungen in diesem Thonschiefer- und Grauwacke-District von *Guldbrandsdalen* kommt nur Kalk vor; namentlich in *Ringeboe* oberhalb *Fodvang*. Zwar ist er noch dicht, graulich-schwarz und in der That dem gewöhnlichen Orthokeratitkalke sehr ähnlich, allein einem grauen, glimmerglänzenden Thonschiefer untergeordnet. Er wiederholt sich nicht in einer höheren Breite, und ist als die letzte wirkliche Reminiscenz an das Schichten-system des *Mjösen* zu betrachten.

Solchergestalt scheinen also die Uebergänge des Thonschiefers, und die Verhältnisse der conglomeratartigen Bildungen und des Kalkes die Erstreckung der Formation zu bestimmen, welche sich durch Versteinerungsterrains auszeichnet. Und wenn eine bestimmte Gränze gezogen werden soll, so würde man vielleicht geneigt seyn, dieselbe mit der ersten Kalkschiefer-Parallele zusammenfallen zu lassen. Aber welche Formation liegt dann jenseit dieser Gränze? Wohin führt endlich diese Reihe von allmäligen Uebergängen, von geneigten Parallelmassen, die so constant nach Norden hin verweisen?

Sie führt zur *Gneusformation*. Noch weiter vorwärts durch einen zweiten halben Breitengrad setzt das große Parallelsystem unabgebrochen fort, und erreicht endlich den Gneus von *Dovre*. Durch v. Buch *) und Hilfinger **) erfahren wir, daß der Thonschiefer des südlichen *Guldbrandsdalen* gegen Norden durch *Froen* fortsetzt, und talkartige Bildungen aufnimmt; daß nachher der Quarz auf den Gränzen von *Froen* und *Vaage* mächtig wird; daß auf den Quarz Glimmerschiefer folgt, und endlich am Fusse von *Dovre* Gneus zum Vorschein kommt. Diese Reihe ist gewiß nach demselben Typus geformt, welcher sich in dem Wechsel der Grauwackezonen mit Kalk und Thonschiefer offenbart; die Grauwackparallelen werden jetzt von Talk und Quarz, der Thonschiefer von Glimmerschiefer und Gneus repräsentirt; ja, sogar die Conglomeratstructur ist vorhanden; man findet sie wieder mitten im Gneus, wofür die Darstellungen der genannten Beobachter über den *Rostenberg* zeugen. Das Einschließen hat in diesem letzten halben Breitengrade eine Modification erfahren, indem es mehr nordwestlich als genau nördlich ist. Am *Rostenberge* stehen die Parallelmassen senkrecht, und hier beginnen andre Verhältnisse, deren Darstellung außer dem Plane gegenwärtiger Abhandlung liegt ***).

Am Fusse von *Dovre* endigt also das große Profil, welches an den Gränzen von *Hadeland* beginnt, und durch eine Länge von mehr als 20 geographischen

*) Reise I. S. 188 und 196.

**) Anteckningar under resor etc. III. S. 92.

***) Vergl. Naumanns Beiträge II. Cap. 5.

Meilen fortsetzt. Die Haupt-Thatfachen, welche sich an dasselbe knüpfen, sind folgende:

- 1) Die Gesteine in der Linie vom *Einavand* bis in die Gegend des *Rostenberges* bilden ein *einziges, ununterbrochenes Parallelsystem*.
- 2) In dem *südlichen Theile* dieser Linie herrscht die Formation, welche *Christianias Territorium* bildet.
- 3) *Der nördlichste Theil* gehört der *Gneusformation*.
- 4) Im *mittleren Theile* findet ein ganz allmäliger *Uebergang* zwischen beiden Formationen Statt.
- 5) Die Parallelmassen von der *Gneus-Seite* her *lehnen sich constant an die von der Orthokeratit-Kalk-Seite* her.

Indem wir die Thonschiefer und Grauwack-Bildungen durch *Guldbrandsdalen* verfolgten, gingen wir von der Mitte einer Gränzlinie aus, welche vom Fusse des *Söndfjeldes* quer über den *Mjösen* nach *Oesterdalen* gezogen wurde, und betrachteten sonach nur einen einzelnen Strich von Süden nach Norden in einer Gegend, deren Verhältnisse in Westen und Osten zunächst unsre Berücksichtigung fordern. Jedoch sind die betreffenden Beobachtungen nur ganz fragmentarisch.

In der westlich vom *Guldbrandsdalischen* Profile gelegenen Gegend liegt *Söndfjeld*, und zwar so, daß der schwarze Thonschiefer bei *Hovedlien*, welcher dem Versteinerungsterrain in *Torpen* und *Biri* angehört, unmittelbar unter dasselbe einschiesst. Es selbst

besteht aus grauem und röthlichem Grauwackschiefer mit weissen Glimmerblättchen, und aus blaulich-grauem, mehr oder weniger körnig abgefondertem Quarz. Diese Gesteine wechseln mit einander in Parallelmassen, die sich 50° bis 80° nach Nordwesten senken, und dem grossen Schichtenysteme angehören. In dem Quarzgesteine der höchsten Region des Fjeldes (1500 Meter?) wird die Schieferstructur durch schwarze Streifen und Bänder repräsentirt, die aus Hornblende in inniger Verschmelzung mit schwarzem Glimmer zu bestehen scheinen; auch zeigen sich einzelne schwarze Hornblendkrystalle ausserhalb dieser Streifen im Quarze. Wie weit die Gesteine des *Söndfjelds* nach Norden und Westen fortsetzen, ist nicht bekannt, doch ist es wahrscheinlich, dass das Thonschiefer-Grauwack-Terrain in dieser Gegend früher endigt, als in *Guldbrandsdalen*. Nach Nordosten liess sich eine ununterbrochene Fortsetzung desselben durch *Gusdal* bis *Oeyer* und *Ringebøe* annehmen. Allein auf dem *Björgafjeld* in *Gusdal* ist ein Mühlensteinbruch, der nur dem Glimmerschiefer gehören zu können scheint, und es ist bekannt, dass *Gusdals* Kupfererze im Gneusterrain brechen.

Zu den Gesteinen aus *Söndfjelds* Umgebungen scheint eine sehr merkwürdige Bildung zu gehören, von welcher man lose Blöcke in *Lands* und *Vardals* Kirchspielen findet. Einige derselben bestehen aus einer Abwechslung von hartem, quarzartigem Thonschiefer mit reinen Quarzlagen; beider Parallelmassen gleich und ungefähr 1 bis 2 Centimeter mächtig. In andern Blöcken der Art setzen die Quarzlagen nicht lagenartig zwischen dem Schiefer fort, sondern sind

durch Zwischenräume unterbrochen, so daß ihr Profil Reihen von kleinen, stockförmigen Quarzmassen statt stetigen Lagen zeigt; und gleich wie die Lagen selbst oft gebogen vorkommen, so auch die flachen unzusammenhängenden Massen, welche sie repräsentiren. In einer dritten Varietät von Blöcken erscheint der Quarz noch mehr getrennt, die stockförmigen Massen gehen in Mandeln und Kugeln über, und die *schichtenartige Combination ist gegen eine rein conglomeratartige vertauscht*. Die Profile von vier hierher gehörigen Blöcken sind tab. VII Fig. 9 dargestellt.

Söndfjeld kann nur sehr unbestimmt als der äußerste Punkt in Westen angegeben werden, an welchem der große Versteinerungsdistrict des *Mjösen* von den darauf folgenden Thonschiefer- und Grauwack-Bildungen begränzt wird. Gegen Osten hatten wir eine bestimmte Gränze, die von *Hedemarken* hinein nach *Oesterdalen* lief. In dieser letztern werden die Parallelzonen von *Ringsaker* aus in ihrem Streichen dergestalt abgeschnitten oder verdrückt, daß sie den *Glommen* in *Elverums* Kirchspiel nicht erreichen, und folglich die oberste Zone des Versteinerungskalkes in *Biri* und *Brottum*, wenn anders sie in *Oesterdalen* einzudringen vermag, doch nicht bis in die Thalsohle hervorragt. Von der Höhe dieser Zone in *Elverum* nordwärts bis zum Pässe über *Mora* — oder in einer Linie, welche gleichlaufend mit dem Profile durch *Faaberg*, *Oeyer* und *Ringebøe* ist, und 6 — 7 Meilen östlich davon läuft — herrschen conglomeratartige Bildungen und Thonschiefer desselben Parallelsystemes wie in *Guldbrandsdalen*, und die Gesteine setzen ununterbrochen über den breiten Gebirgsrük-

ken zwischen dem *Lougen* und *Glommen* fort. Verschiedene Concretionen von Conglomerat-Structur, meist grobkörniger als *Guldbrandsdalens* Grauwacke, wechseln unter constantem nördlichen und nordwestlichen Einschießen mit schwarzem Thon- und Dach-Schiefer. Glimmer und Quarz mengen sich allmählig in die Schiefergebilde und jenes successive Verschwinden der Charaktere des Orthokeratit-Terrains wiederholt sich. Auf der Südseite des *Moraffjelds*, etwa $\frac{1}{2}$ Meile oberhalb *Vestgaard*, ist grauer dichter Kalk im Thonschiefer eingelagert; seine Lage entspricht dergestalt jener des Kalkes bei *Fodvang*, daß beide einer und derselben Parallele anzugehören scheinen *).

Weiter gegen Norden, auf der Höhe des *Morapasses*, hört die Uebereinstimmung zwischen *Oesterdalens* und *Guldbrandsdalens* Profil auf; man trifft einen grünlichweißen, theils glimmerartigen, theils talkartigen Schiefer, der 30° bis 40° in Nordosten einschiefert. Allein die conglomeratartigen Bildungen und Schiefer, welche ihn begleiten, hören deshalb nicht auf. Im Gegentheil breiten sie sich gegen Norden und Osten, ja wohl auch gegen Südosten mit zunehmender Mächtigkeit aus. Aus *Tilas's*, *Hisinger's* und *Hausmann's* Schriften ist es bekannt, daß Sandsteine, Quarz, und conglomeratartige Concretionen die Gegend um den *Fämundsee*, so wie die Reichsgränze zwischen *Oesterdalen* in *Norwegen* und *Dalarne* in *Schweden* constituiren. Es ist außer allem Zweifel, daß die Gesteine in diesem weitläufigen

*) Sollte es wirklich unmöglich seyn, organische Reste in diesen Kalkmassen zu finden? Sie verdienen in dieser Hinsicht die sorgfältigste Untersuchung.

Terrain zusammenhängend und identisch mit jenem im Profile von *Elverum* nach *Mora* sind. Allein fortgesetzte Beobachtungen über ihre Verknüpfung fehlen bis jetzt, und sind zum großen Theil unmöglich. Denn die südlichen und östlichen Theile von *Oesterdalen* sind so mit Wald, Sand und Morast bedeckt, daß der feste Felsboden nur sehr selten zu Tage tritt.

Dies wird zumal sehr fühlbar, wenn man die Contactsverhältnisse des Terrains untersuchen und dessen Grenzen bestimmen will. Vielleicht hat noch Niemand das unmittelbare Zusammentreffen der conglomeratartigen Gebilde mit der Gneusformation beobachtet, und die Grenzen dürften wohl immer sehr ungewiß bleiben. Leopold v. Buch vermuthete, daß die oben angedeutete Linie von *Hedemarken* nach *Oesterdalen* den Glommen zwischen *Aamodt* und *Elverum* schneiden, von da über den südlichen Theil des *Osen-Sees* laufen, und durch *Nedre-Tryssild* zur Reichsgränze fortsetzen dürfte. Beim Eintritt von *Elverum* in *Aamodt* hat man noch Gneus, und etwas weiter aufwärts erscheinen die Grauwackgebilde. In sofern wird also jene Vermuthung bestätigt. Allein auf dem linken *Glommener* Ufer scheint die Gränzlinie etwas höher nach Norden aufzusteigen, als das Vorkommen des Sandsteines an der Reichsgränze vermuthen läßt; denn man hat neulich gefunden, daß der Gneus bis *Tryssilds* Kirche vordringt, und daß er sich wohl bis hoch hinauf an den *Osensee* zieht *).

*) Eine halbe Meile nördlich von genannter Kirche bricht man Kalk; sollte er vielleicht einer Parallelmasse mit jenem angehören, welchen v. Buch vom *Osensee* her anführt?

Hinsichtlich der nördlichen Gränze lässt sich anführen, dass die conglomeratartigen Bildungen des *Fämundsees* von Glimmerschiefer in einer Linie begrenzt werden, die durch *Tussingdalen* und quer über den Wasserlauf zwischen dem *Feragen*- und *Fämund-See* läuft, von wo sie bald nach *Herjedalen* in Schweden gelangt. Wie sich diese Linie gegen Südwesten verhalte, ist unbekannt, und es bleibt eine interessante Aufgabe für künftige Beobachter, wie der langsame Uebergang aus den Gesteinen des südlichen *Guldbrandsdalen* in *Dovres Gneus* mit dem plötzlichen Auftreten des Glimmerschiefers in *Tussingdalen* zu vereinigen sey.

Eine andre Aufgabe betrifft die Verknüpfung des Terrains mit porphyrartigen und granitischen Bildungen. In dieser Hinsicht verdienen die Porphyre und Syenite *) in *Dalarne* vorzügliche Aufmerksamkeit, wie denn zugleich *Trohnfjelds Diallage-Concretionen* in Betrachtung gezogen werden müßten **).

Außerhalb der Districte von *Christiania* und vom *Mjösen* kennt man bis jetzt kein Versteinerungsterrain in Norwegen.

Dagegen treten Felsarten von Sandstein- und Conglomerat-Structur noch an vielen Orten außerhalb der Territorien auf, welche uns bisher beschäftigten. Wir können folgende Gegenden anführen:

*) Vergl. Hausmanns Reise V. 23tes Stück.

**) Vergl. Esmark im nordischen Archiv v. Pfaff u. Scherer III. 3, 199. A. d. V.

1) *Valders* und *Hallingdal* in *Agershuus-Stift*. Verschiedene conglomeratartige Concretionen, und Bildungen, welche mit dem theils dichten, theils körnig abgeforderten Quarzgesteine *Söndfjelds* und des mittleren *Guldbrandsdalen* identisch sind, kommen in Connexion mit Thonschiefer und mächtigen granitischen Concretionen vor.

2) *Tellemarken* in *Christiansands-Stift*; Quarzgestein, welches weniger von der Gneusformation differirt, als jenes in *Valders*, aber mehr als der Quarz im oberen *Guldbrandsdalen*, ist vorherrschend in einem Terrain, welches unter andern auch conglomeratartige Gesteine aufnimmt.

3) *Sogn* und *Söndfjord* in *Bergenhuus-Stift*. Ein eigenthümliches Sandsteinterrain bildet einen Theil der Inseln am Auslauf des *Sognefjordes* und auf dem Festlande am *Dalsfjorde*.

4) Die Gegend südlich um den *Trondhjemsfjord*; sie wird zum Theil von Grauwackbildungen in Begleitung von Thonschiefer und Kalk gebildet, und gleicht dem Terrain im südlichen *Guldbrandsdalen*.

5) *Finmarken*. Ein anscheinend mit *Tellemarkens* Gestein identischer Quarzfels kommt mit Sandstein, mit schwarzem, feinkörnigem Kalk und granitischen Concretionen vor.

Die bisher angestellten Beobachtungen über diese merkwürdigen Terrains sind sämmtlich durch v. Buchs, Naumanns und Hifingers Schriften, so wie durch das in *Christiania* herauskommende *Magazin for Naturvidenskaberne* zur öffentlichen Kunde gelangt.

Berichtigung zu Keilhaus Bemerkungen
im 11. und 12. Stücke dieses Jahrganges.

- 1) in Stück 11 ist statt tab. VII durchgängig tab. IX, in Stück 12 S. 392 u. S. 413 statt tab. VII tab. XIII und ausserdem ebenfalls tab. IX zu lesen.
 - 2) in Stück 12 S. 415 u. 419 ist statt *Stättet* *Slottet*, und statt *Jernager* durchgängig *Jevnager* zu lesen, Mehrere andere Berichtigungen folgen am Schlusse des nächsten Bandes.
-

II.

Versuche über die Geschwindigkeit des Schalles, gemacht in Holland,

von

Dr. G. MOLL, Prof. d. Phys. an d. Univ. z. Utrecht
und dem Dr. VAN BEEK.

(Fortsetzung.)

Versuche am 28t. Juni 1823, verglichen mit der Theorie.

Am 28. Juni 1823 wurden 14 gleichzeitige Schüsse an beiden Stationen sowohl gesehen als gehört. Die folgende Tafel enthält die Resultate.

Ordnungs- zahl der Schüsse	der Schall ging		Ordnungs- zahl der Schüsse	der Schall ging	
	vom Koolt- jesberg nach Ze- venboomp- jes in	von Zeven- boompjes nach dem Kooltjes- berg in:		vom Koolt- jesberg nach Ze- venboomp- jes in	von Zeven- boompjes nach dem Kooltjes- berg in
3	51'',81	52'',12	10	52,18	50,17
4	51,94	52,10	12	52,40	52,19
5	51,77	51,28	14	52,27	52,62
6	51,98	52,51	15	52,27	51,66
7	52,17	52,46	17	52,23	51,52
8	52,15	52,23	18	52,49	51,99
9	52,25	53,10	19	52,56	51,60

Summe der zweiten und fünften Kolumne = 730,47

Summe der dritten und sechsten " = 727,60

Das mittlere Resultate der Versuche am 28t. Juni 1823
ist $\frac{730'',47 + 727'',60}{28} = 52,07$, in welcher Zeit der Schall

die Basis von 17669,28 Meter oder 57988,264 engl.

Fuß durchlief. Diefemnach betrug die mittlere Gefchwindigkeit des Schalles am 28t. Juni $339,34$ Meter $= 1113,669$ engl. Fuß auf die Sekunde.

Die mittlere Temperatur zur Zeit diefer Verſuche war:

auf Zevenboompjes $10^{\circ},07$ C.
 - Kooltjesberg $11,36$ -
 mittlere Temperatur $11,215 = t$

Die mittlere Barometerhöhe, wegen der Capillarität corrigirt und auf 0° C. reducirt, zu:

Zevenboompjes $0,7476$ Meter
 Kooltjesberg $0,7487$ -
 mittlerer Barometerſtand oder $p = 0,74815$ -
 mittlere Spannung der Waſſerdämpfe nach
 dem Daniellſchen Hygrometer, $F = 0,00840465$ -

Wenn dieſe Gröſſen in der Formel ſubſtituirt werden, haben wir die Gefchwindigkeit des Schalles am 28. Juni 1823 theoretifch, $V = 335^m,10$ Meter $= 1099,753$ engl. Fuß. Nach dem Verſuch war ſie $339^m,54 = 1113,669$ engl. Fuß, folglich beträgt der Unterſchied zwischen Theorie und Erfahrung $4,24$ Meter $= 13,916$ engl. Fuß.

Es ſcheint alſo nach den Verſuchen am 27. und 28. Juni, daß der Schall in Wirklichkeit ſchneller geht als zufolge der theoretifchen Berechnung.

Am 27. Juni war der Unterſchied zwischen Verſuch u. Theorie, $4^m,92$
 - 28 - - - - - $4,24$

Der Unterſchied zwischen den Verſuchen am 27. und 28. Juni iſt nur $0^m,62$ oder $2,3629$ engl. Fuß, das iſt ungefähr $\frac{1}{4\frac{1}{2}}$ des mittleren Reſultates der Verſuche an beiden Tagen.

Die franzöſiſchen Phyſiker fanden zwischen ihren

Versuchen am 23. und 24. Juni 1822 einen Unterschied von $\frac{1}{30}$. Der Unterschied von $\frac{1}{472}$, welchen wir erhielten, wird noch mehr verringert, wenn wir die Beobachtungen an beiden Tagen, auf trockne Luft und auf die Temperatur 0° C. reduciren. Die Formel, mittelst welcher die Geschwindigkeit des Schalles bei gegebenen hygrometrischen Zuständen und gegebenen Temperaturen auf diejenige zurückgeführt wird, welche bei trockner Luft und 0° C. Temperatur Statt finden würde, ist, wenn U' die letztere Geschwindigkeit und U die Geschwindigkeit bei einer Spannung der Wasserdämpfe $= F$ bezeichnet, folgende:

$$U' = \frac{U}{\sqrt{1 + 0,00375 \cdot t}} \times \sqrt{(1 - 0,37651) \frac{F}{p}}$$

Am 27. Juni 1823 hatten wir:

$$U = 340^m,06 = 1116,032 \text{ engl. Fufs.}$$

$$t = 11^{\circ},16 \text{ C.}$$

$$F = 0,00925307$$

$$p = 0,^m74475$$

Werden diese Gröfsen in der Formel substituirt, so haben wir

$$U' = 332^m,38 = 1090,827 \text{ engl. Fufs.}$$

Am 28. Juni 1823 hatten wir:

$$U = 339^m,34 = 1113,669 \text{ engl. Fufs}$$

$$t = 11,215 \text{ C.}$$

$$F = 0,00840465$$

welches, in der Formel substituirt, uns giebt

$$U' = 331^m,72 = 1088,661 \text{ engl. Fufs.}$$

Der Unterschied zwischen den Beobachtungen an beiden Tagen, nach Reduction auf trockne Luft und 0° C. ist also $= 0^m,66 = 2,166$ Fufs oder $\frac{1}{507}$ von dem Mittel der Beobachtungen an beiden Tagen. Es zeigt sich ferner, daß bei unsern Versuchen am 27. und

28. Juni 1823 die mittlere Geschwindigkeit des Schalls in völlig trockner Luft und bei 0° C. Temperatur, war: $332^m,05 = 1089,744$ Fufs auf die Sekunde.

Versuche am 25. Juni, als die Schüsse nicht wechselseitig geschahen.

Die folgenden Versuche werden, wie ich glaube, beweisen, dafs man bei Versuchen über die Geschwindigkeit des Schalles sich nur auf solche Beobachtungen verlassen kann, bei welchen die Schüsse wechselseitig an beiden Stationen und in derselben Sekunde geschehen, auch an beiden Stationen gehört und gesehen werden. Am 25. Juni wurde die auf Zevenboompjes abgefeuerte Kanone auf dem Kooltjesberg nicht gehört, wohl aber auf Zevenboompjes die Schüsse von der andern Station. Die folgende Tafel zeigt die Zeit, welche nach den Beobachtungen auf Zevenboompjes zwischen Licht und Schall verfloss:

Beobachtungen auf Zevenboompjes; Schüsse auf dem Kooltjesberg.

Ordnungszahl der Schüsse	Zeit zwischen Licht und Schall	Ordnungszahl der Schüsse	Zeit zwischen Licht und Schall
1	52'',31	12	52'',27
2	52,59	14	52,52
4	52,47	15	52,54
7	52,20	16	52,43
8	52,47	17	51,91
10	52,17	19	52,50

Die Summe ist 628'',39 und diese durch 12, die Anzahl der Beobachtungen, dividirt, giebt für die Zeit in welcher der Schall die Basis durchlief $= 52'',37$.

Die mittlere Geschwindigkeit auf eine Sekunde, war also: $337^m,39 = 1107,268$ engl. Fufs.

Die mittlere Temperatur zur Zeit dieser Versuche war:

zu Zevenboompjes . . . 7°,41 C.

Kooltjesberg . . . 8,54 -

mittlere Temperatur der Luft = 7,975 - = t .

Mittlerer Barometerstand bei 0° C, und wegen der Kapillarität corrigirt,

zu Zevenboompjes 0^m,7522

- Kooltjesberg 0,7538

Mittlerer Barometerstand 0,7530 = p

Mittlere Spannung der Wasserdämpfe in der Luft:

zu Zevenboompjes 0,00737444

- Kooltjesberg 0,00706966

Mittlere Spannung 0,00722205 = F

Nach Substitution dieser Gröfsen in der Formel haben wir für die Geschwindigkeit des Schalles, bei 0° C. Temperatur und völlig trockner Luft, $U' = 331^m,85 = 1089,087$ engl. Fufse.

Versuche am 26. Juni 1823, als die Schüsse nicht wechselseitig geschahen.

Am 26. Juni wurden die nachstehenden auf Zevenboompjes abgefeuerten Schüsse zu Kooltjesberg gesehen und gehört, nicht aber an ersterer Station die Schüsse von des letzteren gehört.

Schüsse zu Zevenboompjes, gehört und gegeben auf dem Kooltjesberg.

Ordnungszahl der Schüsse	Zeit zwischen Licht und Schall	Ordnungszahl der Schüsse	Zeit zwischen Licht und Schall
1	50'',20	11	50'',99
2	50,80	12	50,81
3	51,44	13	51,00
4	52,20	14	51,01
5	51,10	16	51,12
9	50,11		

Die Summe ist 560'',78, von welcher das Mittel = 50'',98 eine Geschwindigkeit von $346^m,59 = 1137,134$ Fufs in der Sekunde giebt. Die Temperatur war zu jener Zeit

auf Zevenboompjes	11°,57
Kooltjesberg	12,54
Mittlere Temperatur	12,055 = t
Mittlerer Barometerstand zu Zevenboompjes	0 ^m ,7493
- - - Kooltjesberg	0 ^m ,7512
Mittel aus beiden Ständen	0,75025 = p
Mittlere Spannung der Wasserdämpfe zu Zevenboompjes	0,00892922
- - - Kooltjesberg	0,01011376
Mittlere Spannung der Wasserdämpfe	0,00952149 = F

Wird die beobachtete Geschwindigkeit des Schalles nach diesen Datis auf trockne Luft und auf 0° C. Temperatur reducirt, so haben wir $U' = 338^m,20 = 1109,927$ engl. Fufs. Die Versuche am 25. Juni gaben aber $U' = 331^m,85 = 1089,087$ engl. Fufs, folglich ist die Differenz zwischen den Versuchen am 25. und 26., bei welchen die Schüsse nur an *einer* Station gehört wurden, (were not reciprocal) = $6^m,35 = 20,840$ engl. Fufs auf die Sekunde. Dieser Unterschied ist unge-

fähr $\frac{1}{3}$ von dem Mittel aus beiden Beobachtungen. Am 27. und 28. Juni aber, als die Schüsse gegenseitig gehört wurden (were reciprocal) betrug der Unterschied zwischen den Resultaten beider Tage nur $0^m,66 = 2,166$ Fuß, das ist ungefähr $\frac{1}{30}$ des mittleren Resultates aus den Beobachtungen.

Aus dem Vergleiche dieser Resultate können wir mit Sicherheit schliessen, daß nur diejenigen Schüsse dem Zwecke dieser Versuche entsprechen, welche an beiden Stationen genau zu gleicher Zeit abgefeuert wurden.

In dieser Hinsicht, glaube ich, können unsere Versuche auf einige Beachtung Anspruch machen, da die große Sorgfalt und Geschicklichkeit unserer Artilleristen uns in den Stand setzte, die Kanonen innerhalb des Intervalles von einer Sekunde abzufeuern.

Resultate der von verschiedenen Physikern über die Geschwindigkeit des Schalles angestellten Versuche.

Namen des Beobachters	Zeit des Versuches	Ort des Versuches, in:	Länge der Basis. Meter	Geschwindigkeit des Schalles auf die Sekunde, in Meter	
<i>Mersenne</i>		Frankrch.		448	1
Florentiner Physiker	1660	Italien	1800	361	2
<i>Walker</i>	1698	England	800	398	3
<i>Cassini, Huygens</i>		Frankrch.	2105	351	4
<i>Flamsteed et Halley</i>		England	5000	348	5
<i>Derham</i>	1704 u. 1705	England	1600 bis 2000	348	6
Französische Akademiker	1738	Frankrch.	22913 u. 28526	332,93 bei 0°C.	7
<i>Bianconi</i>	1740	Italien	24000	318	8
<i>La Condamine</i>	1740	Quito	20543	339	9
<i>La Condamine</i>	1744	Cayenne	39429	358	10
<i>T. T. Mayer</i>	1778	Deutschl.	1040	336,86	11
<i>G. F. Müller</i>	1791	Deutschl.	2600	338	12
<i>Espinosa et Banza</i>	1794	Chili	16345	356,14 bei 0°C.	13
<i>Benzenberg</i>	1809	Deutschl.	9072	353,07 bei 0°C.	14
<i>Arago, Mathieu, Frony</i>	1822	Frankrch.	18612	331,05 bei 0°C.	15
<i>Moll, Van Beek, Huytenbrouwer</i>	1823	Niederl.	17669,28	332,05 bei 0°C. u. trockne Luft	16

- 1) *Mersenne de Arte Ballistica Prop. 39.* (die obenstehende Tafel ließe sich noch leicht durch einige Angaben aus älterer Zeit erweitern; allein diese haben jetzt nur ein rein historisches Interesse. P.)
- 2) *Tentamina Experim. Acad. del Cimento L. B. 1738. Pt. II. p. 116.*
- 3) *Philos. Transact. 1698. No. 247.*
- 4) *Duhamel Hist. Acad. Reg. L. II. Sect. 3. Cap. 11.*
- 5) *Phil. Trans. 1708 et 1709.*
- 6) *ibid. ibid.*
- 7) *Mém. de l'Acad. des Sciences 1738 et 1739.*
- 8) *Comment. Bononienses, Vol. 11. p. 365.*
- 9) *La Condamine Introduction Historique etc. 1751 p. 98.*
- 10) *Mém. de l'Acad. Royale des Sciences 1745. p. 488.*
- 11) *J. T. Mayer Practische Geometrie. Göttingen 1792. B. I. p. 166.*
- 12) *Müller. Götting. Gelehrt. Anzeigen. 1791. St. 159 und Voigt's Magazin B. 8. St. 1. p. 170.*
- 13) *Annales de Chim. et Phys. T. VII. p. 93.*
- 14) *Gilberts Annalen, neue Folge B. V. p. 383.*
- 15) *Connaissance des Temps. 1825. p. 361.*

Anhang. Die obige Untersuchung der Hrn. Moll und Van Beek steht in ihrer Art so vollendet da, daß es gewiß nicht nöthig ist, zur Bestätigung ihrer Resultate, Versuche von anderen Physikern hinzuzufügen. Indefs ist in den letztern Jahren die Geschwindigkeit des Schalles zu wiederholten Malen ein Gegenstand der Untersuchung gewesen und die Aufsätze darüber fehlen in den Annalen. Da es nun entweder für jetzt oder in Zukunft einem Leser gelegen seyn könnte, auch jene Arbeiten zu kennen, so halte ich es nicht für überflüssig das Fehlende einzuschalten und diesen Ort als den geeignetsten dazu zu benutzen. Von jenen bisher in den Annalen nicht aufgenommenen Untersuchungen sind vier angestellt worden, nämlich: von den Pariser Akademikern im Jahre 1822, von Hrn. Goldingham zu *Madras* in den Jahren 1820 und 21, vom Dr. Gregory zu *Woolwich* im Jahre 1823 und vom Prof. Stampfer und Maj. v. Myrbach bei *Salzburg* im Jahre 1822. Das Wesentliche aus ihnen werde ich hier kurz zusammenstellen. (P.)

1. *Versuche der Pariser Akademiker im Jahre 1822.*

Als Hauptursache der sehr beträchtlichen Abweichungen in den Angaben über die Geschwindigkeit des Schalles, kann der Einfluß des Windes betrachtet werden. Ihm ist nur dadurch vorzubeugen, daß man den Schall möglichst genau zu gleicher Zeit an zwei Stationen erregt, und an beiden die zum Messen seiner Geschwindigkeit nöthigen Beobachtungen anstellt. Dieses Verfahren war von den Pariser Akademikern, die im J. 1738 Schallversuche machten, zwar angezeigt, aber nicht ausgeführt worden. Unter den Beobachtungen jener Physiker ist an einigermaßen correspondirenden nur ein einziges Paar vorhanden, und bei diesem die Angabe über die Temperatur der Luft nur beiläufig genau, auch wurden zu Montlhéry die Zeitbestimmungen nicht mit der erforderlichen Sorgfalt angestellt.

Diese Betrachtungen veranlaßte das Bureau des Longitudes, auf Vorschlag des Hrn. Laplace, neue Versuche über diesen Gegenstand zu beschließen; die Hrn. Prony, Mathieu, Arago, Bouvard, v. Humboldt und Gay-Lussac übernahmen die Aus-

führung. Als Standorte für diese Versuche erwählte man *Montlhéry* und *Villejuif*, deren Entfernung von einander durch Alignemente mit Punkten aus der früheren Vermessung zu 9549,6 Toisen gefunden wurde. An dem ersteren Ort beobachteten die Hrn. Bouvard, v. Humboldt und Gay-Lussac, an dem letzteren die Hrn. Prony, Mathieu und Arago. Vom Geschütz brauchte man Sechspfünder, die abwechselnd mit 2 und 3 Pfd. Pulver geladen wurden. Die Zeit wurde von jedem Beobachter besonders gemessen, von Hrn. Prony mit einem Chronometer der 150 Schläge in der Minute macht und mittelst Schätzung der kleineren Zeittheile, von den übrigen Beobachtern aber mit Chronometern *à arrêt* von *Breguet*, von welchen einer die Zeit bis auf $\frac{1}{8}$ einer Sekunde anglebt. Die Versuche fingen am 21. Juni 1822, Abends 11 Uhr an. Das Wetter war heiter und ruhig; der schwache Wind, der noch wehte, blies von *Villejuif* nach *Montlhéry* oder genauer von *NNW* nach *SSO*. Die Schüsse von *Villejuif* wurden zu *Montlhéry* zwar gehört, aber sonderbarer Weise nur sehr schwach; umgekehrt hörten die Beobachter zu *Villejuif* alle Schüsse von *Montlhéry* sehr deutlich. Die Kanone zu *Villejuif* hatte bei diesen Versuchen einen ziemlich beträchtlichen Winkel mit dem Horizont gemacht. Da nun die sonderbare Erscheinung vielleicht von diesem Umstand herrühren mochte, so stellte man am folgenden Abend, am 22. Juni, als man die Versuche wiederholte, jene Kanone genau horizontal. Allein dennoch wurden nur zu *Villejuif* die Schüsse von der andern Station gehört; zu *Montlhéry* hingegen hörten die Hrn. Gay-Lussac und Bouvard nur schwach einen einzigen Schuss von zwölfen, die zu *Villejuif* abgeschossen wurden. Bei diesen letzten Versuchen wurde zu *Villejuif* die Zeit auch von *Rieussec*, Uhrmacher in Paris, gemessen, mittelst eines Instrumentes von seiner Erfindung, Namens *Chronograph* *). Die nachstehenden Tafeln enthalten das

*) Dieser Chonograph hat, so wie er in den *Ann. de Ch. et Ph.* Tom. XVIII. p. 391 beschrieben ist, folgende Einrichtung. An Grösse und Gestalt gleicht er einem grossen Taschenchronometer. Statt des Zeigers ist das Zifferblatt beweglich und dasselbe dreht sich um eine in seiner Mitte und senkrecht auf seiner Ebene stehenden Axe innerhalb einer Minute einmal

Ausführliche über die an beiden Abenden gemachten Beobachtungen :

herum. Der Umfang dieses Zifferblattes ist in 60 Theile getheilt, von denen jeder den Werth einer Sekunde besitzt. Um die Bruchtheile der Sekunde beobachten zu können, ist zur Seite eine Feder oder Metallspitze angebracht, die einen offenen, mit Druckerschwärze (noir à l'huile) gefüllten Kegel durchdringt, und auf den Druck einer Feder einen Punkt auf der Theilung des Zifferblattes macht. Man braucht also nur diese Feder zu Anfange und Ende einer Erscheinung niederzudrücken, um die Dauer derselben durch die gemachten Punkte bis auf Bruchtheile der Sekunde zu messen, da die Minuten durch die ganzen Umläufe des Zifferblattes von der Uhr noch besonders angegeben werden. Der Mechanismus, durch welchen die Punkte auf das Zifferblatt gebracht werden, hat keinen störenden Einfluss auf den Gang der Uhr; auch überzeugten sich die zur Prüfung dieses Instrumentes ernannten Commissaire (Prony und Breguet), dass der schwarze Punkt gleichzeitig mit dem Druck an der Feder gemacht wird.

I. Tafel über die correspondirenden Schüsse, die zu *Mont*

<i>Montlhéry</i>							
Zeit der Beobachtung und Pulverladung der Kanone	Dauer der Fortpflanzung			Thermometer	Hygrometer	Barometer	Zeit der Beobachtung und Pulverladung der Kanone
10 ^h 30' 2 Pfund	Humboldt	54''5	} 54''5	+	59°	mm 754,9	10 ^h 25' 2 Pfd.
	Gay-Lussac	54,5		16°5			
	Bouvard	54,5					
10 ^h 40' 3 Pfd.	H.	54,9	} 54,9	16,5	59	755,3	10 ^h 35' 3 Pfd.
	G.	...					
	B.	55,0					
11 ^h 0' 3 Pfd.	H.	53,9	} 53,9	16,4	59	755,6	10 ^h 55' 3 Pfd.
	G.	...					
	B.	...					
11 ^h 10' 2 Pfd.	H.	...	} 54,6	16,3	59	755,6	11 ^h 5' 2 Pfd.
	G.	54,5					
	B.	54,7					
11 ^h 20' 3 Pfd.	H.	54,3	} 54,3	16,3	59	755,6	11 ^h 15' 3 Pfd.
	G.	54,3					
	B.	54,3					
11 ^h 30' 2 Pfd.	H.	54,5	} 54,5	16,3	60	755,6	11 ^h 25' 2 Pfd.
	G.	54,5					
	B.	54,5					
11 ^h 40' 3 Pfd.	H.	54,1	} 54,3	16,3	60	755,6	11 ^h 35' 3 Pfd.
	G.	...					
	B.	54,5					
Mittel			54''43				

lhéry und zu Villejuif am 21. Jun. 1822 gehört wurden.

V i l l o j u i f					Mitt- lere Dauer der Fort- pflan- zung	Mittlerer Stand des			
Dauer der Fort- pflanzung		Ther- mo- meter	Hy- gro- metr	Baro- meter		Ther- mo- meters	Hy- gro- me- ters	Baro- meters	
Prony	54''7	54''8	16°0	84°	757,31	54''7	16°2	71°	mm 756,1
Mathieu	54,8								
Arago	55,0								
P.	54,8	55,0	15,9	84	757,31	55,0	16,2	71	756,3
M.	55,2								
A.	55,0								
P.	54,6	54,8	15,4	85	757,31	54,4	15,9	72	756,5
M.	55,0								
A.	54,9								
P.	54,6	54,7	15,4	85	757,31	54,7	15,8	72	756,5
M.	55,0								
A.	54,6								
P.	54,6	54,9	15,4	86	757,32	54,6	15,8	72	756,5
M.	55,0								
A.	55,0								
P.	54,6	54,8	15,1	87	757,32	54,6	15,7	73	756,5
M.	54,9								
A.	54,8								
P.	...	54,8	14,4	89	757,32	54,6	15,4	74	756,5
M.	54,9								
A.	54,8								
Mittel	54''81					54,6	15,9	72	756,4

II. Tafel über die Fortpflanzung des Schalles am

Schüsse von 2 Pfd. Pul- verladung	Zeit der Fortpflan- zung		Thermo- meter	Hygro- meter	Baro- meter
			zu Villojuif und Montlhéry		
11 ^h 3'	Prony	53''7	17°3 V. 18,3 M. 17,8	98° V. 94 M. 96	mm 756,68 V. 755,60 M. 755,64
	Mathieu	53,5			
	Arago	54,0			
	Rieussec	55,5			
11 ^h 20'	P.	53,7	17,2 18,3 17,8	98 94 96	756,62 754,60 755,61
	M.	54,0			
	A.	54,0			
	R.	54,0			
11 ^h 40'	P.	53,8	16,5 18,5 17,5	100 94 97	756,56 754,60 755,58
	M.	53,8			
	A.	53,7			
	R.	53,7			
12 ^h 0'	P.	53,8	17,8 18,7 18,2	99 94 97	756,56 754,60 755,58
	M.	53,5			
	A.	53,7			
	R.	53,6			
12 ^h 20'	P.	53,8	18,2 . . . 18,2	95 94 94	756,56 754,60 755,58
	M.	53,6			
	A.	53,7			
	R.	53,7			
12 ^h 40'	P.	53,7	17,9 . . . 17,9	94 94 94	756,56 754,60 755,58
	M.	53,7			
	A.	53,7			
	R.	53,8			
Mittel		53''72	17,9	96	755,59

22. Juni 1822 von *Montlhéry* nach *Villejuif*.

Schüsse von 3 Pfd. Pul- verladung	Zeit der Fortpflan- zung		Thermo- meter	Hygro- meter	Baro- meter
zu <i>Villejaif</i> und <i>Montlhéry</i>					
11 ^h 9'	Prony	53''7	17°2 V, 18,8 M. 17,8	98° V. 93 M. 95	mm 756,66 V.
	Mathieu	54,0			754,60 M.
	Arago	54,0			
	Rieussec	54,0			755,63
	53''9				
11 ^h 30'	P.	53,7	17,0 18,0 17,5	98 94 96	756,59
	M.	54,0			754,60
	A.	53,8			
	R.	53,8			755,59
	53,8				
11 ^h 50'	P.	53,6	16,6 18,6 17,6	100 94 97	756,56
	M.	54,0			754,60
	A.	53,7			
	R.	53,7			755,58
	53,8				
12 ^h 10'	P.	53,7	17,8 ... 17,8	97 94 95	756,56
	M.	53,5			754,60
	A.	53,5			
	R.	53,8			755,58
	53,6				
12 ^h 50'	P.	53,7	17,5 ... 17,5	95 94 94	756,51
	M.	53,7			754,60
	A.	54,1			
	R.	53,8			755,55
	53,8				
Mittel	53''78		17°6	95°	755,58

Nimmt man aus den Versuchen am 21. Juni, bei welchen die Schüsse correspondirend waren, das Mittel, so ergibt sich, daß der Schall 54''6 gebrauchte um eine Strecke von 9549,6 Toisen in Luft von 15°,9 C. zu durchlaufen. Darnach war seine Geschwindigkeit in der Sekunde = 174,9 Toisen. Die Correction wegen der Temperatur der Luft beträgt für jeden Grad der 100theil. Scale = 0',321; folglich ist die Geschwindigkeit des Schalles bei + 10° C. = 173,01 Toisen = 337,2 Meter. Den Fehler in Messung der Ständlinie schätzt Hr. Arago auf 2 Toisen, den in Messung der Zeit auf 0'',2. Für die Geschwindigkeit des Schalles geht aus ersterem ein Fehler von 0,04 Toisen hervor, aus letzterem einer von 0,64 Toisen, und das obige Resultat würde diesemnach ungefähr bis auf einen Meter richtig seyn *).

Am 22. Juni konnte man, wie erwähnt, zu Montlhéry nur ein einziges Mal die Schüsse von *Villejuif* hören. Der Schall durchlief dabei die Basis in 54''3, wonach die Geschwindigkeit desselben um $\frac{2}{3}$ größer ausfiel, als nach der eben gemachten Bestimmung. Das Hygrometer zeigte an diesem Abend, im Vergleich zu den vorhergehenden, etwas mehr Feuchtigkeit an, und das Thermometer stand um 2° C. höher; aber diese Umstände erklären die Abweichung nur zum Theil. Hr. Arago hält es daher für möglich, daß das bekannte Verhältniß $\frac{c'}{c}$, mit dessen Quadratwurzel die Newtonsche Formel multiplicirt werden muß, durch die Feuchtigkeit der Luft veränderlich werde; auch stellt Hr. Laplace als Muthmaßung auf, daß die Schallwellen in einer Luft, die dem Maximo ihrer Feuchtigkeit nahe ist, Wasserdämpfe niederschlagen und so latente Wärme frei machen könnten, wodurch die Geschwindigkeit des Schalles vergrößert werden würde.

Die obigen Versuche können streng genommen nicht als gleichzeitig angesehen werden, da die correspondirenden Schüsse noch

*) Bei den Versuchen am 14. und 16. März 1738 gab es nur 2 Schüsse, die man allenfalls correspondirende nennen kann, obwohl doch 35' zwischen ihnen verflossen. Diese gaben im Mittel die Geschwindigkeit = 172',56; die Temperatur betrug ungefähr + 6° C., folglich ergibt sich die Geschwindigkeit des Schalles auf + 10° C. reducirt. aus diesen Versuchen = 173',84 welche die neuere Bestimmung nur um 0,83 Toisen übertrifft.

durch Zwischenzeiten von 5' von einander getrennt waren. Hr. A. bemerkt indess, daß, obgleich sich hierauf Einwürfe machen lassen, dennoch wegen der Gleichmässigkeit und geringen Stärke des Windes, die Versuche am 21. Juni unter den günstigsten Umständen angestellt wurden, wie es auch durch die geringen Unterschiede zwischen den einzelnen Angaben bewiesen werde. Hr. A. bemerkt ferner, es könne, selbst wenn die Schüsse an beiden Stationen gleichzeitig geschehen, die halbe Summe der Fortpflanzungszeiten dennoch nicht unabhängig von dem Einfluß des Windes seyn. Denn wenn z. B. zu Villejuif in dem Augenblick, als daselbst ein Schuß gethan wird, ein Windstoss in Richtung nach Montlhéry anlange, so werde der Schall vermöge seiner grösseren Geschwindigkeit dem Winde voreilen und sich nach *Montlhéry* wie in ruhiger Luft fortpflanzen; der zu *Montlhéry* gleichzeitig mit diesem erregte Schall aber auf seinem Wege nach *Villejuif* dem Winde begegnen und mehr oder weniger von ihm aufgehalten werden.

Die merkwürdigen Unterschiede in der Intensität des Schalles wagt Hr. A., nicht zu erklären, da er darüber nur beweislose Muthmassungen aufstellen könne. Dagegen führt derselbe an, daß die zu *Montlhéry* gethanenen Schüsse daselbst sämmtlich mit einem donnerähnlichen Rollen verbunden waren, das 20'' bis 25'' anhielt. Nichts diesem Aehnliches fand zu *Villejuif* Statt. Es begegnete den Beobachtern daselbst nur, zwei Schüsse von *Montlhéry* innerhalb wenigstens einer Sekunde, viermal wiederholt zu hören. Zwei andere Schüsse von daher waren von einem nachhallenden Rollen begleitet. Diese Erscheinungen fanden niemals anders statt, als wenn in dem Augenblick eine Wolke zum Vorschein kam; bei völlig heiterem Himmel war der Knall nur einfach und kurz. Hr. A. fragt zuletzt, ob es hieraus nicht erlaubt zu schliessen sey, daß die zu *Villejuif* beobachtete Vervielfältigung der Schüsse von *Montlhéry* durch ein Echo an den Wolken erzeugt wurde, und ob man nicht aus dieser Thatfache einen Schluß zu Gunsten derjenigen Theorie machen könne, durch welche einige Physiker das Rollen des Donners erklärt haben. Noch muß bemerkt werden, daß man nicht eher mit der Ladung der Kanonen abwechselte, als bis man sich versichert hielt, daß dies keinen Einfluß auf die Geschwindigkeit des Schalles hatte. Hr. Laplace hat dem Berichte (in der

Conn. de tems., année 1825). aus welchem das Obige frei ausgezogen wurde, eine Note hinzugefügt (a. a. O. p. 371), in welcher er zeigt, daß das Resultat dieser Versuche nur um 3m,174 gröfser ist, als es nach der Theorie seyn müsse. Setzt man nämlich in der Formel:

$$V = \sqrt{\frac{gp(1+0,00375,t)}{D} \frac{c'}{c}}$$

die Werthe, welche Borda für g ($= 9m,808674$), Biot und Arago für D ($= \frac{1}{10466,82}$ bei $p = 0m,76$) und Gay-Lussac und Welter für $\frac{c'}{c}$ ($= 1,3748$) gefunden haben, und bringt die Correction für die Temperatur an (die bei den Versuchen im Mittel $15^{\circ}C$ betrug), so erhält man für die Geschwindigkeit des Schalles $= 337m,144$. Das Sauffure'sche Hygrometer stand aber auf 72° . Hr. Laplace findet, indem er die Versuche des Hrn. Gay-Lussac über dieses Hygrometer, und die Angabe desselben Physikers über das spec. Gew. des Wasserdampfs ($\frac{1}{8}$ gegen Luft) zu Hülfe zieht, daß diese eine additive Correction von 0,571 erfordert. Dadurch wird die Geschwindigkeit des Schalles bei $15^{\circ}C$, theoretisch bestimmt $= 337m,715$; nach dem Versuche war sie bei derselben Temperatur $= 340m,889$, also 3m,174 gröfser. Hr. L. bemerkt ferner, daß die Angabe der Hrn. Gay-Lussac und Welter über das oft erwähnte Verhältniß: $\frac{c'}{c}$ auf 4 bei 0m,757 Barometerstand gemachten Versuchen beruhe, die einzeln nur um $\frac{1}{8}$ vom Mittelwerthe abweichen und daß jenes Verhältniß zwischen den Temperaturen $-20^{\circ}C$. und $+40^{\circ}C$., so wie zwischen einem Druck von 0m,142 und dem von 2m,300 nahe constant bleibe.

2. Versuche des Hrn. Goldingham zu Madras.

Diese Versuche wurden gelegentlich angestellt. Im Südwesten von dem Observatorium zu Madras, das unter Direction des Hrn. G. steht, liegt das Fort St. George; im Nordosten von jenem der St. Thomasberg mit einer Artilleriekaferne. An beiden Orten wird nach herkömmlicher Sitte Morgens und Abends eine Kanone gelöst und zwar ein 24 Pfänder mit 8 Pfd. Pulverladung. Ein am Observatorium neu errichtetes Gebäude, das eine freie Aus

sicht über die umliegende Gegend und namentlich auf jene beiden Punkte gewährt, veranlasste Hr. G., das regelmäßige Abfeuern der Kanonen zu einer Reihe von Beobachtungen über die Geschwindigkeit des Schalles zu benutzen aus welcher hier Einiges mitgetheilt werden wird. An Zahl ist diese wohl nicht übertroffen, denn es wurden vom Juli 1820 bis November 1821 theils von ihm selbst meistens aber von zwei beim Observatorium angestellten Braminen, gegen 800 Schüsse beobachtet, worüber die Phil. Transact. for 1823 pt. 1 p. 96 u. f. f. das vollständige Tagebuch enthalten. Leider ist aber ein grosser Theil dieser Versuche für den gegenwärtigen Zustand der Physik nur von geringem Werthe, weil die Schüsse nicht an beiden Endpunkten der Standlinie und zu gleicher Zeit gethan wurden, also die Resultate mit dem Einflusse des Windes behaftet blieben. Hr. Goldingham hat indess aus seinem Tagebuche diejenigen Beobachtungen besonders zusammengestellt, welche bei windstiller Witterung gemacht wurden und diese verdienen einige Berücksichtigung, da, wie es scheint, bei dem Beobachten selbst mit Sorgfalt verfahren wurde. Man hat nur zu tadeln, daß beim Barometer die Temperaturangabe fehlt und beim Hygrometer nicht gesagt ist, von welcher Natur dasselbe war; indess läßt sich vielleicht annehmen, daß das Barometer gleiche Temperatur mit der Luft gehabt habe und das Hygrometer ein Saussure'sches gewesen sey (wenn nicht etwa dieses dadurch zweifelhaft wird, daß im Originale die Angaben des Hygrometers mit *dry* überschrieben sind. Man könnte hieraus schliessen, daß die Grade vom Punkte der höchsten Feuchtigkeit ausgehen; bei einigen steht: *damp*, und diese sind in nachstehender Tafel mit * bezeichnet). Von jenen bei ruhiger Luft gemachten Beobachtungen setze ich nur diejenigen vollständig hieher, welche sich auf die Schüsse am St. Thomasberg beziehen, weil bei diesen die Standlinie mehr als doppelt so groß ist, wie bei den Schüssen im Fort St. George (der Abstand des Thomasberges vom Observatorium zu Madras beträgt 29547 engl. Fuß, der des Forts St. George nur 13932,3 engl. Fuß), folglich auch bei übrigens gleichen Umständen die Genauigkeit der Resultate in gleichem Verhältnisse stehen muß; da indess die Beobachtungen über die Schüsse im Fort St. George, in Verbindung mit den ersteren einen experimentellen Beweis dafür geben können, daß

der Schall sich mit gleichförmiger Bewegung fortpflanzt, so habe ich auch von diesen die im Jahre 1820 gemachten hinzugefügt. Die Zeit zwischen dem Wahrnehmen des Lichts und Schalls wurde mit Chronometern gemessen, die 5 Schläge in 2 Sekunden machen. In Anzahl dieser Schläge ist die Zeit in nachstehenden Tafeln angegeben. Auf dem Thomasberge wurden die Kanonen Morgens 5 Uhr und Abends 6 Uhr abgefeuert, im Fort St. George um 5 Uhr Morgens und 8 Uhr Abends. In den Tafeln sind diese Tageszeiten durch *m* und *a* unterschieden, ferner ist auch in ihnen die Witterung kurz angedeutet; es bezeichnet *n* = neblig, *w* = wolkig, *h* = heiter, *sh* = sehr heiter. Das Uebrige bedarf keiner Erläuterung.

I. Tafel über die Fortpflanzung des Schalles vom St. Thomasberg nach dem Observatorium zu Madras, bei ruhigem Wetter.
Länge der Standlinie = 29547 engl. Fußs.

	Baromet. engl. Zoll	Ther- mo- meter	Hygro- meter	Zeit	Wet- ter
1820		F°			
Aug. 25. <i>a</i>	29,955	87,5	19	63,5	<i>n</i>
Sept. 16. -	30,045	83,5	14	64	<i>w</i>
- 21. -	29,950	82,5	13	64,5	-
- 23. -	30,020	87,0	23	64,5	<i>n</i>
- 24. -	30,100	88,5	27	64,0	-
- 30. -	30,173	89,2	22	64,25	<i>h</i>
Octbr. 1. -	30,200	89,2	27	64,4	-
- 2. -	30,238	91	34	64,85	<i>n</i>
Nov. 8. <i>m</i>	30,188	76	12	65	<i>h</i>
1821					
Jan. 12. <i>a</i>	30,220	82	9	67,5	<i>h</i>
- 16. -	30,155	80	8,5	67,0	<i>n</i>
- 16. <i>m</i>	30,155	76,2	6	66,5	<i>h</i>
- 24. <i>a</i>	30,055	80,0	12	66,75	-
- 29. -	30,048	81,0	9,5	66,25	-
Febr. 7. -	30,144	80,5	14	66,0	-
- 11. -	30,215	77,0	16	65,5	-
Jul. 15. <i>m</i>	29,900	84,5	27	65,25	<i>w</i>
- 19. <i>a</i>	29,900	86,2	24,8	63,25	-
- — <i>m</i>	29,910	85,0	23,5	64,24	-
- 22. <i>a</i>	29,858	87,5	31	63,5	<i>n</i>
- 29. <i>m</i>	29,960	86,0	25,6	64,75	<i>r</i>
Aug. 2. <i>a</i>	29,915	84,8	22,0	64,25	<i>w</i>
- 3. -	29,868	87,0	25,5	63,25	<i>n</i>
- — <i>m</i>	29,944	80,0	23,5	64,0	-
- 13. <i>a</i>	29,920	90,5	33,0	63,75	<i>w</i>
- 17. -	29,848	89,8	34,0	63,0	<i>h</i>
- 18. -	29,835	87,0	33,0	64,5	-
- 19. -	29,835	89,5	33,5	63,25	<i>n</i>

	Baromet. engl. Zoll	Ther- mo- meter	Hygro- meter	Zeit	Wet- ter
1821		F°			
Aug. 22. a	29,918	90,5	35,0	63,25	n
Sept. 4. m	29,965	82,7	21,5	65,0	-
- 10. a	29,888	86,0	21,0	64,25	h
- 11. -	29,868	86,0	20,0	64,5	-
- 13. -	29,838	83,0	22,0	65,75	n
- 13. m	29,872	80,5	16,0	64,75	w
- 15. a	29,865	84,2	17,0	64,0	h
- — m	29,925	82,4	15,0	64,75	-
- 16. a	29,880	84,5	15,0	64,0	n
- — m	29,925	83,0	15,0	63,75	h
- 18. -	29,948	84,0	16,5	64,25	n
- 19. a	29,920	85,6	17,5	64,5	h
- 21. m	29,818	82,6	17,6	64,75	w
- 22. a	29,945	85,0	19,0	64,25	n
- 24. m	29,916	82,6	23,5	63,75	h
- 25. a	29,878	87,0	28,0	64,75	w
- 27. m	30,018	82,7	18,0	63,75	h
- 28. a	29,955	84,4	20,0	65,75	w
- 29. m	30,034	80,8	18,8	64,0	h
- 30. a	30,015	84,2	18,5	64,75	h
- — m	30,074	81,0	18,0	63,75	sh
Octbr. 1. -	30,082	82,6	17,8	64,25	h
- 4. -	29,975	82,5	16,0	64,25	-
- 5. a	29,923	85,5	18,0	64,25	w
- 7. m	29,990	81,4	16,0	65,25	-
- 8. -	30,015	83,6	17,2	64,5	h
- 9. m	29,984	83,0	17,8	65,25	-
- 10. a	29,978	85,0	25,0	65,5	-
- — m	30,030	83,0	19,0	64,5	-
- 11. a	30,005	86,0	27,0	66,5	-
- — m	30,065	82,0	22,0	64,75	sh
- 12. m	30,070	79,6	21,5	65,25	h
- 13. a	30,025	86,0	25,0	66,0	-
- — m	30,080	81,0	21,0	65,0	-
Nov. 3. a	30,072	77,0	10,2	66,5	n

II. Tafel über die Fortpflanzungszeit des Schalles vom Fort St. George nach dem Observatorium zu Madras, bei windstillem Wetter. Länge der Standlinie = 13932,3 engl. Fufs.

	Baromet. engl. Zoll	Ther- mo- meter	Hygro- meter	Zeit	Wet- ter
1820					
Jul. 22. a	29,925	80,4	15	30	w
- 23. -	29,926	82,0	15	31	-
- 28. -	30,025	81,0	9	30	-
Aug. 2. -	30,000	81,0	5	30	-
- 5. m	30,030	80,0	7	29	-

	Barometer engl. Zoll	Ther- mo- meter	Hygro- meter	Zeit	Wet- ter
1820					
Aug. 7. a	30,015	81,0	11	30	w
- 13. m	30,000	81,4	7	30,5	-
- 14. a	29,950	84,0	11	29,5	-
Sept. 6. -	29,970	82,6	19	31,0	n
- 18. -	30,010	83,0		31,0	h
- 20. -	30,020	82,0	15	31,0	w
- 23. a	30,050	86,6	21	30,5	n
- 24. -	30,088	85,5	26	30,5	h
- 30. -	30,200	87,0	21	31,3	-
Octbr. 1. -	30,210	86,5	22	30,3	-
- 2. -	30,230	87,2	26	30,7	-
- 3. -	30,200	85,2	27	30,5	-
- 24. -	30,088	80,0	1,5*	31,0	-
- 25. -	30,112	80,8	7,5	31,5	-
- 26. -	30,120	78,5	11,0	32,0	-
Nov. 1. -	30,118	82,0	4*	30,5	-
- 3. -	30,125	82,5	4	30,75	-
- 4. -	30,110	81,3	6	31,5	-
- 7. -	30,172	79,0	15	30,75	-
- 8. m	30,188	76,0	12	30,0	-
- — a	30,186	80,4	16	30,25	-
Dec. 5. a	30,100	77,2	4*	31,0	-

Hr. Goldingham hat aus jeder der in den Tafeln enthaltenen Vertikalcolumnen das Mittel genommen und so gefunden, dafs, bei Bar. = 29'',990, Therm. = 83°,95 f., Hygr. = 20°31, der Schall 25''712 gebrauche, um die Standlinie von 29,547 engl. Fufs zu durchlaufen, seine Geschwindigkeit in der Sekunde also 1149,2 engl. Fufs betrage. Eben so, dafs, bei Bar. = 30'',111, Therm. = 77°3 F. Hygr. = 11,85, der Schall 12'',313 gebraucht habe, um die kleinere Standlinie von 13932,3 engl. Fufs zu durchlaufen und hiernach seine Geschwindigkeit 1131,5 engl. Fufse auf die Sekunde betrage.

Diese Art, die Beobachtungen zu berechnen, kann indess von Seiten der Theorie wohl nicht gebilligt werden; vielmehr ist es einleuchtend, dafs man zu einem fichereren Resultate die Beobachtungen einzeln reduciren und dann das Mittel aus den reducirten Werthen nehmen müsse. Leser, welche sich dieses vielleicht zum Geschäft machen wollen, finden dazu in dem Aufsatze der Hrn. Moll und Van Beek die nöthige Anleitung.

Hr. Goldingham hat endlich noch seine sämtlichen Beobach-

tungen nach den Monaten geordnet und auf die so eben erwähnte Art das Mittel genommen. Es läßt sich nun freilich schwer sagen, was man eigentlich an diesen Mitteln habe, allein sie können dazu dienen, den Einfluss der Temperatur im Rohen auf experimentellem Wege nachzuweisen, und so mag am Schlusse dieses Auszuges das nachstehende Täfelchen hier eine Stelle finden:

Monate	Mittlerer Stand des			Geschwindigkeit des Schalles
	Barometers	Thermometers	Hygrometers	
	Zolle	Fahrenh.		engl. Füsse
Januar	30,124	79°,05	6°,2	1101
Februar	30,126	78,84	14,70	1117
März	30,072	82,30	15,22	1134
April	30,031	85,79	17,23	1145
Mai	29,892	88,11	19,92	1151
Juni	29,907	87,10	24,77	1157
Juli	29,914	86,65	27,85	1164
August	29,931	85,02	21,54	1163
September	29,963	84,19	18,97	1152
October	30,058	84,33	18,23	1128
November	30,125	81,35	8,18	1101
December	30,087	79,37	1,43	1099

3. *Versuche des Dr. Olinthus Gregory zu Woolwich.*

Unter den vom Dr. Gregory gemachten Versuchen haben unstreitig diejenigen das meiste Interesse, bei welchen die Geschwindigkeit des Windes mittelst eines Anemometers gemessen wurde. Diese werde ich etwas umständlicher erwähnen, die übrigen aber nur kurz berühren. Die Standorte bei diesen Versuchen waren abwechselnd Shooter's Hill, Charlton Lane und Kidbrook Lane in der Nachbarschaft von Woolwich, deren Entfernung von einander theils aus einer Specialkarte von Kent genommen, theils durch neue Operationen bestimmt wurde. Die Angaben darüber

stehen bei den einzelnen Beobachtungen. Die Zeit wurde mit einem von Hrn. Hardy erfundenen und verfertigten Instrumente gemessen, welches Zehntel der Sekunde unmittelbar angiebt, und die Zwanzigstel derselben noch zu schätzen erlaubt. Das Geschütz war bei den nachstehenden Versuchen ein Sechspfünder.

Am 23. Mai 1824 bei einem mäßig starken Winde aus SW bei W, (nahe in Richtung von Charlton Lane und Kidbrook Lane nach Shooter's Hill), dessen Geschwindigkeit nach dem Anemometer abwechselnd 22 bis 26, im Mittel also 24 Fufs in der Sekunde betrug, wurden die folgenden Versuche angestellt:

1) um 11 Uhr Morgens. Kanone zu Shooter's Hill. Beobachter zu Charlton Lane. Länge der Standlinie = 6550 engl. Fufs. Wind dem Schalle fast direct *entgegen*. Baromet. = 29'',66 engl. Thermomet. = 58° F. Luft feucht. Zeit zwischen Licht und Schall bei 6 aufeinander folgenden Schüssen: 6'',1; 6'',05; 6'',0; 6'',05; 6'',0; 6'',4; im Mittel 6'',037.

2) Um 1½ Uhr Nachmittags. Kanone zu Charlton Lane. Beobachter auf Shooter's Hill. Standlinie = 6550 Fufs. Wind fast in Richtung des Schalles. Baromet. 29'',67. Thermomet. = 60°. Luft trockner. Zeit zwischen Licht und Schall bei 4 aufeinander folgenden Schüssen: 5'',8; 5'',78; 5'',76; 5'',78; im Mittel 5'',78.

3) Um 11½ Uhr Morgens. Kanone zu Shooters Hill. Beobachter zu Kidbrook Lane. Länge der Standlinie = 8820 Fufs engl. Wind dem Schall fast direct *entgegen*. Baromet. = 29'',67. Therm. = 58°; Luft feucht. Zeit zwischen Licht und Schall bei 5 aufeinander folgenden Schüssen: 8'',1; 8'',125; 8'',13; 8'',15; 8'',1; im Mittel 8'',121.

4) Um 12½ Uhr Mittags. Kanone zu Kidbrook Lane. Beobachter auf Shooters Hill. Standlinie = 8820 Fufs. Wind fast in Richtung des Schalles. Baromet. = 29'',67. Thermomet. = 60°; Luft feuchter. Zeit zwischen Licht und Schall bei 5 aufeinander folgenden Schüssen: 7'',8; 7'',7; 7'',8; 7'',78; 7'',78; im Mittel 7'',77.

Beim Versuche No. 1, wo der Schall dem Winde entgegen ging, war also seine Geschwindigkeit in der Sekunde $= 1085$ F. engl.

Bei No. 2, wo er mit dem Winde ging, dieselbe $= 1133,5$ -

Die vom Winde befreite Geschwindigkeit ist also *)

bei Therm. $= 59^\circ$, $= \frac{1085 + 1133,5}{2} = 1109,25$ -

Die Geschwindigkeit des Windes $= \frac{1133,5 - 1085}{2} = 24,25$ -
wie nach dem Anemometer.

Beim Versuche No. 3, wo der Schall dem Winde entgegen ging, hatte er auf die Sekunde eine Geschwindigkeit $= 1086$ -

Bei No. 4, wo er mit dem Winde ging, eine Geschwindigkeit $= 1136$ -

Die vom Winde befreite Geschwindigkeit des Schalles ist also, bei Therm. $= 59^\circ$, $= \frac{1086 + 1136}{2} = 1113$ -

Die Geschwindigkeit des Windes $= \frac{1136 - 1086}{2} = 25$ -
nahe wie zuvor.

Um dieses Resultat zu prüfen, stellte Hr. Dr. G. an demselben Tage, Nachmittags um $3\frac{1}{2}$ Uhr, in 3100 engl. Fufs Abstand von einer Batterie zu Woolwich mehrere Versuche an. Der Standpunkt war so genommen, dafs der Wind (der damals nur 6—8 Fufs Geschwindigkeit auf die Sekunde hatte) den Schall rechtwinklig durchkreuzen mußte. Die Zeit zwischen Licht und Schall bei 6 aufeinander folgenden Schüssen (wovon die 3 ersten aus Haubitzen, die 3 letzten aus Mörfern) war: $2'',77$; $2'',76$; $2'',79$; $2'',79$; $2'',8$; $2'',8$; im Mittel $2'',786$. Baromet. $= 29'',68$, Thermomet. $= 60^\circ$. Hienach ist die Geschwindigkeit des Schalles $= 1112$ engl. Fufs.

Am 7. Aug. wurden die früheren Versuche wiederholt. Um 11 Uhr Morgens wurde dieselbe Kanone, welche früher gebraucht

*) Wenn es erlaubt ist, die Schüsse als correspondirend, oder den Wind als beständig von gleicher Intensität zu betrachten. (P.)

worden, auf Shooters Hill 6 mal hintereinander abgefeuert und zu Kidbrook Lane beobachtet. Länge der Standlinie = 8820 engl. Fuß. Der Wind hatte nach dem Anemometer eine Geschwindigkeit von 30 Fuß auf die Sekunde und war dem Schalle fast *entgegen*. Baromet. = 29",80; Therm. = 66°; Luft trocken. Bewölkt. Zeit zwischen Licht und Schall: 8",1; 8",15; 8",16; 8",13; 8",13; 8",12; im Mittel 8",13.

An demselben Tage um 1½ Uhr Nachmittags wurden zu Kidbrook Lane mit jener Kanone 6 Schüsse gethan und auf Shooters Hill beobachtet. Wind, Baromet., Therm., wie zuvor. Zeit zwischen Licht und Schall betrug: 7",7; 7",75; 7",68; 7",6; 7",72; 7",68; im Mittel 7",7.

Nach der ersten Beobachtung hatte der Schall, als er dem Winde *entgegen* ging, eine Geschwindigkeit = 1085 F. engl.

Nach der zweiten, als er *mit* dem Winde ging = 1145,5 -

Die Geschwindigkeit des Schalles, ohne Einfluss des

Windes also = $\frac{1085 + 1145,5}{2}$ = 1115,25 -

Die Geschwindigkeit des Windes = $\frac{1145,5 - 1085}{2}$ = 30,25 -
wie nach dem Anemometer.

Hr. G. stellte ferner einige Versuche über die Fortpflanzung des Schalles über einer Wasserfläche an. Am 18. Aug. um 11 Uhr Vormittags, ließ er beim Arsénale zu Woolwich am Ufer der Themse mehrmals eine Kanone abschießen, während er am jenseitigen Ufer die Schüsse beobachtete. Der Abstand zwischen ihm und der Kanone betrug 9874 engl. Fuß. Der Wind war schwach und kreuzte die Standlinie senkrecht. Baromet. = 29",84. Therm. = 66°. Bei den ersten 6 Schüssen war die Mündung der Kanone Hrn. Dr. G. zugekehrt, und es wurde die Zeit zwischen Licht und Schall folgendermaßen gefunden: 8",8; 8",84; 8",86; 8",83; 8",85; im Mittel 8",84. Hierauf wurde die Kanone in horizontaler Ebene so gedreht, daß sie mit ihrer anfänglichen Richtung einen Winkel von 140° machte. Bei 6 Schüssen, die nun gethan wurden, waren die Zeiten zwischen Licht und Schall:

8'',86; 8'',84; 8'',82; 8'',82; 8'',85; 8'',86; also im Mittel 8'',841; Die Geschwindigkeit war folglich in beiden Fällen gleich und zwar = 1117 Fuß engl.; allein die Intensität des Schalles war im letzteren Falle, wo die Kanone abwärts gerichtet war, bedeutend schwächer.

Das Echo, was bei den ersten dieser Schüsse zu hören war und durch ein großes am Ufer der Themse liegendes Magazin erzeugt wurde, veranlasste Hrn. G., eine Reihe von Versuchen über die Zeit zwischen Schall und seinem Echo anzustellen. Er begab sich nach dem jenseitigen Ufer des Flusses, und liefs 1523 Fuß von dem Magazin entfernt und dessen Fronte gerade gegenüber mehrmals eine Flinte abschießen, während er daneben stehend die Zeit zwischen diesen Schüssen und ihrem Echo maß. Als die Flinte quer über den Fluß gehalten (auf das Magazin gerichtet) wurde, war jene Zeit bei 6 aufeinander folgenden Schüssen: 2'',7; 2'',75; 2'',74; 2'',72; 2'',75; 2'',74; im Mittel 2'',73; als die Flinte gerade vom Flusse abwärts gerichtet war, bei 3 successiven Schüssen: 2'',7; 2'',73; 2'',76; endlich, als 4 Schüsse längs dem Flusse abgeschossen wurden: 2'',75; 2'',7; 2'',73; 2'',74. Das Barometer stand auf 29'',82; das Thermometer auf 66° F., der Wind war kaum wahrnehmbar. Die Geschwindigkeit des Schalles, der bei diesen Versuchen zur Hälfte aus reflectirtem bestand, war im Mittel
$$= \frac{3046}{2,73} = 1116 \text{ Fuß engl.},$$
 übereinstimmend mit den vorhergehenden Versuchen.

Diesen und mehreren andern Versuchen des Hrn. Dr. G. kann man indess wohl den Vorwurf machen, daß die Standlinie bei ihnen zu klein war, um ein entscheidendes Resultat zu liefern. Ich will hier nur noch erwähnen, daß Hr. G. auch einige Mal mit Glocken experimentirte, die in einem Abstände von 1350 Fuß engl. von einander aufgehangen waren. Hr. G. stand neben der einen und liefs von einem Soldaten zu einer gegebenen Zeit einen Schlag an sie thun; ein anderer Soldat war bei der zweiten Glocke stationirt und zog diese an, so wie er den Klang der ersten hörte. Hr. Dr. G. zeichnete nun die Zeit auf, bei der der Klang der zweiten Glocke von ihm gehört wurde. So fand er, daß der Schall,

um die Standlinie von 1350 Fufs, zwei Mal zu durchlaufen, an Zeit gebrauchte: 2'',5; 2'',48; 2'',44; 2'',46; 2'',42; im Mittel 2'',46, wonach die Geschwindigkeit desselben = 1098 Fufs betrug. Barom. = 29'',98; Therm. = 35°; Wind sehr schwach NO bei O, die Standlinie von Norden nach Süden gehend. Hr. G. fand, dafs zwischen dem Augenblick, wo der zweite Soldat die erste Glocke hörte, und dem, wo dieser die zweite Glocke zum Tönen brachte, ein Fünftel einer Sekunde verfloss. Dieser Zeitraum mufs natürlich von der Fortpflanzungszeit des Schalles abgezogen werden, und ist auch schon in den obigen und den noch folgenden Angaben abgezogen. Bei einer zweiten Versuchsreihe, auf derselben Standlinie und unter gleichen Umständen, hatten die Glocken einen Abstand von 1650 Fufs, und der Schall durchlief diese Basis zwei Mal innerhalb: 3'',0; 3'',0; 3'',0; 3'',0, hatte also auf die Sekunde eine Geschwindigkeit = 1100 Fufs. Therm. = 35°. Bei einer dritten Reihe war der Abstand der Glocken 1800 Fufs und die Fortpflanzungszeit durch die doppelte Basis successive: 3'',25; 3'',24; 3'',26; 3'',25; 3'',25, also die Geschwindigkeit auf die Sekunde im Mittel = 1108 engl. Fufs. Therm. 35°.

Das Angeführte möchte das Wesentliche von den Untersuchungen des Dr. G. einschliessen; wer sie ausführlich kennen lernen wollte, hätte das Original nachzulesen (Transact. of the Cambridge Philos. Soc. for 1824 und daraus den Abdruck in Phil. Mag. Bd. 63. p. 401).

4.

Endlich müssen hier noch die Versuche angeführt werden, die bei Gelegenheit der Blickfeuer-Operationen im August 1822 von dem K. K. östreich. Major im Generalstabe Hrn. v. Myrbach und Hrn. Prof. Stampfer zu Salzburg angestellt, und im 7. Bde der Jahrbücher des K. K. polytechnischen Instituts in Wien (Wien 1825) beschrieben worden sind. Sie unterscheiden sich wesentlich von den übrigen dadurch, dafs die Standorte nicht in gleichem Niveau lagen*), sondern der eine beträchtlich über dem andern erhöht war.

*) Bei den Versuchen von Goldingham lag der Beobachtungsort 55 Fufs, die Kanone auf dem Thomasberg 120 Fufs und

Die Standorte waren: der *Untersberg* und der *Mönchsstein* (bei Salzburg), von denen durch genaue trigonometrische Messung der Höhenunterschied = 4198 par. Fuß, und die schiefe Entfernung = 30601 par. Fuß gefunden wurde. Die Signale wurden abwechselungsweise auf beiden Standorten durch PöllerSchüsse gegeben. Die Zeit wurde am Untersberge von Hrn. v. Myrbach nach den Schlägen einer guten Sekunden-Pendeluhr beobachtet, und die Theile der Sekunden wo möglich zu schätzen gesucht. Auf dem Mönchsstein beobachtete Hr. Prof. Stampfer ebenfalls nach einer Sekunden-Pendeluhr und nebendei nach einer gleichförmig gehenden Taschenuhr, die 4,7 Schläge in einer Sekunde machte, um sicherer die Zehntel der Sekunde zu treffen.

Die ersten Beobachtungen zeigten das Auffallende, daß die beobachteten Zwischenzeiten auf dem Untersberge bedeutend größer waren, als auf dem Mönchssteine, woraus folgen würde, daß der Schall langsamer von der dichtern in die dünnere Luft übergehe, als umgekehrt von dieser in jene. Diese Differenz war mehrere Tage hindurch so gleichartig, daß sie nicht wahrscheinlich den Beobachtungen allein zur Last gelegt werden konnten. Eben so wenig konnte der Wind die Ursache seyn, indem dessen Richtung und Stärke sehr verschieden war. Um der Sache auf den Grund zu kommen, wiederholten daher die Beobachter ihre Versuche am 30. Sept. und wechselten dabei ihre Standorte. Hr. Prof. St. ging nämlich auf den Untersberg und die Untersberger Beobachter auf den Mönchsstein. Die nun angestellten Beobachtungen stimmten sehr gut und bewiesen, daß die früher Statt gefundene Differenz nicht in der Natur gegründet war. Nachstehende Tafel zeigt die Resultate der gemachten Versuche:

die Kanone im Fort St. George 30 Fuß über dem Meere. Bei den Versuchen der holländischen und französischen Physiker ließe sich der geringe Unterschied im Niveau der Standorte aus den Barometerständen finden. (P.)

Ort der Beobachtung	Beobachter	Tag 1822	Zahl der Beobach- tungen	Mittel der beobachteten Zwischen- zeiten
Untersberg	v. Myrbach	Aug. 15	4	29'',87
-	-	- 19	5	30,00
-	-	- 20	5	29,12
-	-	- 21	5	29,62
-	-	- 22	5	29,60
Mönchsstein	Stampfer	- 20	4	29,03
-	-	- 21	6	28,91
-	-	- 22	5	29,00
Untersberg	-	Sept. 30	13	29,36
Mönchsstein	v. Myrbach	- -	20	29,43
-	Philippovich	- -	20	29,40
-	Montfort	- -	20	29,23
Mittel				29,353

Temperatur der Luft		Mittel	Weg des Schalles in einer Sekunde	
auf dem Untersberg	auf dem Mönchsstein		bei der mittleren Temperatur	bei 0° R.
			par. Fufs	
+ 10°,5	+ 20°,2	+ 15°,3	1024,5	988,7
7,5	15,3	11,4	1020,0	993,0
9,6	13,8	11,7	1050,8	1023,1
8,4	13,5	11,0	1033,1	1007,0
8,6	15,9	12,2	1033,8	1004,9
9,6	13,8	11,7	1054,1	1026,4
8,4	13,5	11,0	1058,5	1032,4
8,6	15,9	12,2	1055,2	1026,3
4,4	10,6	7,5	1042,3	1024,5
-	-	-	1039,8	1022,0
-	-	-	1040,9	1023,1
-	-	-	1046,9	1029,1
4,4	10,6	7,5	1042,5	1024,7

Nimmt man „fagt Hr. Prof. St.“ auf die Beobachtungen auf dem Untersberg keine Rücksicht, so ist die Uebereinstimmung der übrigen gewifs befriedigend. Das Mittel aus 88 Beobachtungen giebt 1025,9 par. Fufs als Bewegung des Schalles in einer Sekunde bei 0° R. Hr. Prof. Benzenberg hat (in seinem Handbuche der angewandten Geometrie S. 557) theils aus eigenen, sehr genauen Beobachtungen, theils aus den besten Anderer gefunden, dafs sich der Schall bei + 10° R. 1027 par. Fufs fortbewege, von welcher Angabe unser gefundenes Resultat nur um 1,1 Fufs abweicht. Aus unsern Beobachtungen folgt also, dafs nicht nur keine Differenz in der Bewegung des Schalles aus der dichteren Luft in die dünnere, oder aus dieser in jene vorhanden sey, sondern dafs seine Geschwindigkeit auch dieselbe sey, er mag in horizontaler Richtung durch gleich dichte Luft, oder in schiefer Richtung durch Luftschichten von verschiedener Dichtigkeit sich bewegen. (Bei gleicher Temperatur und gleichem Feuchtigkeitszustande aller Luftschichten wäre dieses Resultat auch ganz der Theorie gemäfs; ob aber diese Versuche in aller Strenge einen Beweis dafür geben können, kann wohl bezweifelt werden, da ihnen zunächst die Wechselfeitigkeits abgeht, ohne welche der Einfluss des Windes nicht zu beseitigen ist. Eben so wäre es hier wohl mehr als bei andern Versuchen nöthig gewesen, die Stände des Barometers und Hygrometers zu beobachten, da selbst der untere Standort eine nicht unbeträchtliche Erhebung über dem Meere besafs und der Höhenunterschied zwischen beiden Standpunkten so grofs war, dafs er auf das Hygrometer so gut wie auf das Barometer einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss haben mufste. (P.))

[Die Untersuchung des Hrn. Dr. v. Rees, welche den obigen Aufsätzen folgen sollte, fand wieder anfängliches Erwarten, keinen Raum mehr in diesem Hefte; sie wird jedoch mit einigen verwandten Arbeiten bei nächster Gelegenheit eingeschaltet werden. P.]

III.

Untersuchung einer Serpentin - Art von Gullhjöö;

von

G. S. MOSANDER *).

Dieser Serpentin kommt beim Gullhjöö - Kalkbruch in Wermland vor und wurde zuerst im verwichenen Sommer von Hrn. A. Brongniart aufgefunden. Er ist farblos und in seinen äusseren Kennzeichen etwas abweichend von den bisher bekannten Serpentin - Arten, welches Veranlassung gab, ihn näher zu untersuchen.

A. Aeusere Kennzeichen.

Beinahe farblos, hier und da ins Apfelgrüne neigend; die Farbe ungleich vertheilt. Gewöhnlich verunreinigt durch mechanische Einmengungen von kohlen-saurem Kalk und kohlen-saurem Talk.

Kommt in unbestimmt geformten Massen vor, an der Gränze des Kalklagers, wo dasselbe mit Gneis in Berührung steht.

Bruch in allen Richtungen uneben und splittrig; ohne Glanz oder mit schwachem Fettglanz. In dünnen Blättchen fast durchsichtig, in Massen durchscheinend.

*) Aus den Vetensk. Akad. Handl. År. 1825. Letzte Hälfte.

Härte gering; wird leicht vom Messer geritzt. *Strich* und *Pulver* weiß. Specifisches Gewicht = 2,52.

Im Kolben erhitzt giebt er Wasser aus und wird undurchsichtig, bleibt aber farblos.

Vor dem Löthrohre verhält er sich wie anderer Serpentin; aber seine gesättigte Lösung in Borax erhält nur einen schwachen Stich ins Grüne.

B. Chemische Untersuchung.

Zu der analytischen Untersuchung wurden die reinsten Stücke des Mineralen ausgesucht, welche erhalten werden konnten. Dies ist nicht so leicht, weil dieser Serpentin überall von Rissen durchzogen ist, welche mit kohlensaurem Kalk und kohlenaurer Magnesia ausgefüllt sind, und sich auch nicht das kleinste Stück aussuchen läßt, welches nicht ein wenig Kohlen-säure entwickelte, wenn es in Salzsäure gelegt wird. Wenn man daher ein etwas großes Stück, so rein als es zu erhalten ist, analysirte, wird immer ein Antheil kohlen-sauren Kalks erhalten, welcher 5 bis 8 pr. C. vom Gewichte des Minerals beträgt. In sehr kleinen Stücken kann das Mineral vollkommen frei von Kalk erhalten werden. Von einer so ausgesuchten und hernach gepülverten Portion des Serpentin, welche 12 Stunden an einer auf 70° erwärmten Stelle gestanden hatte, wurden in einer kleinen vor der Lampe geblasenen Retorte, 0,975 Grammen abgewogen. Die Retorte war auf gewöhnliche Weise mit einer kleinen Vorlage verbunden, so wie zur Ableitung der Gasarten mit einem Rohr, das mit salzsaurem Kalk-gefüllt war. Das Mineral wurde hierauf über einer Weingeist-lampe mit doppeltem Luftzuge erhitzt, anfangs ge-

linde und späterhin bis zum vollen Glühen, Nachdem es ungefähr eine halbe Stunde geglüht hatte, wurde der ausgezogene Retortenhals zugeschmolzen, um zu verhüten, daß das Wasser während des Erkaltes wieder absorbiert werde. Der ganze Apparat, der vor dem Versuche gewogen worden, hatte an Gewicht 0,0085 Grm. verloren, was fortgegangenes Gas war, und der absolute Verlust des Steinpulvers betrug 0,1292 Grm. Es hatte also 0,1207 Grm. Wasser und 0,0085 Grm. Gas verloren. Durch einen vorhergehenden Versuch, bei welchem die quantitativen Resultate vollkommen dieselben waren, hatte man gefunden, daß das fortgehende Gas Kohlensäuregas ist, und daß das Mineral weiter geglüht nichts verliert, sich auch in Salzsäure ohne Gasentwicklung auflöst.

Obgleich das Mineral sich ziemlich leicht in Salzsäure auflöst, so wird es dennoch nicht sogleich vollkommen von derselben zersetzt, weil die gelatinirende Kiesel-erde, welche die kleinen noch unzerlegten Theile von ihm umschließt, den Zutritt der Salzsäure verhindert. Das geglühte Steinpulver wurde daher genau mit dem Vierfachen seines Gewichtes an kohlensaurem Kali in einem Platintiegel vermischt, damit eine halbe Stunde lang geglüht, darauf in Salzsäure gelöst und die Lösung zur Trockne verdunstet. Hierauf wurde die Masse mit Wasser übergossen und die unlösliche Kiesel-erde auf ein Filtrum gebracht, gewaschen, getrocknet und geglüht. Sie wog 0,4078 Grm. Sie war vollkommen weiß, löste sich mit Leichtigkeit in Flußsäure auf und gab nach Verdunstung der Lösung einen Rückstand, welcher, gelinde geglüht, 0,0015 Grm. wog, und für nichts anderes als für ein Fluat

angesehen werden kann, mit Basen aus der Asche des Filtrums, welche mit der Kiesel-erde geglüht worden war,

Die von Kiesel-erde befreite Lösung wurde mit kohlen- saurem Kali gesättigt und Oxal- säure hinzuge- setzt, ohne daß der geringste Niederschlag entstand. Die Lösung wurde jetzt mit kohlen- saurem Kali in Ue- berschuß versetzt und zur Trockne verdunstet. Hier- auf wurde die Masse in Wasser gelöst und die unlös- liche kohlen- saure Talk-erde auf ein Filtrum gebracht, gewaschen und getrocknet; die geglühte Talk-erde wog 0,438 Grm.

Die erhaltene Talk-erde wurde in verdünnter Schwefel- säure aufgelöst, wobei sie eine Portion Kiesel- erde zurückließ, welche 0,005 Grm. wog. Die Auflö- sung der schwefel- sauren Talk-erde wurde zur Trockne verdunstet, alsdann die in Ueberschuß zugesetzte Säure weggeraucht, und nun das neutrale Salz in Wasser aufgelöst und mit bernstein- saurem Ammoniak versetzt; diess bewirkte einen geringen Niederschlag, welcher, nachden er aufs Filtrum gebracht, gewa- schen und geglüht worden, 0,002 Grm. wog. Vor dem Löth- rohre zeigte sich, daß er Eisen- oxyd sey. Als man hierauf die Auflösung siedend mit kohlen- saurem Kali behandelte, wurde ein vollkommen weißer Nie- derschlag erhalten, welcher, gehörig untersucht, alle Kennzeichen einer Magnesia alba besaß.

0,975 Grm. Serpentin hatten folglich gegeben: Kiesel-erde 0,4128 Grm., Talk-erde 0,431 Grm., Was- ser 0,1207 Grm., Kohlen- säuregas 0,0085 Grm., und Eisen- oxyd 0,002 Grm., dem 0,0018 Grm. Eisen- oxydul

entsprechen; nebst einem Verlust von 0,0002 macht dies zusammen 0,975. Dieses beträgt auf 100 Theile

	Sauerstoffgehalt:		
Kieselerde	43,34	.	22,02
Talkerde	44,20	.	17,10
Eisenoxydul	0,18	.	0,04
Kohlensäure	0,87	.	0,63
Wasser	12,38	.	11,01
Verlust	0,03		
	100,00		

Man sieht hieraus, daß nach Abzug der Talkerde, welche mit Kohlensäure vereinigt war, der Sauerstoff der übrigen Talkerde, verbunden mit dem des Eisenoxyduls, fast genau drei Viertel von dem der Kieselerde ausmacht, und der Sauerstoffgehalt des Wassers wiederum die Hälfte von dem der Kieselerde ist. Aber hieraus entsteht die Formel: $MAq^2 + 2MS^2$, welche eine Zusammensetzung zeigt, die von den der früher untersuchten Serpentinarten verschieden ist, woraus wiederum folgt, daß dieser Serpentin, wie schon aus dessen äußerem Ansehen vermuthet werden konnte, eine neue eigenthümliche Species ausmacht.

Bemerkung. Bei einer wiederholten Analyse dieses Mineralen wurde zur Zerlegung desselben kohlensaures Natron angewandt und die von Kieselerde befreite Lösung mit kohlensaurem Natron in Ueberschuß zur Trockne verdunstet. Die kohlensaure Talkerde, welche so erhalten wurde, war grobkörniger und schwerer im Ansehen als gewöhnlich; auch selbst nach sehr lange fortgesetztem Auswaschen, zeigte das abgedampfte Auswaschwasser eine nicht unbedeutende Spur eines darin aufgelösten Stoffes. Die filtrirte Auflösung sowohl wie

das Waschwasser wurde nun mit basisch phosphorsaurem Ammoniak versetzt, worauf ein bedeutender Niederschlag entstand, welcher auf näherer Untersuchung sich als phosphorsaure Ammoniak-Talkerde erwies. Da folglich die erhaltene kohlensaure Talkerde im Wasser löslich war, so wurde mit dem Auswaschen eingehalten, der Niederschlag getrocknet und geglüht, um die Gewichtsmenge der Talkerde zu bekommen. Es ergab sich aber dabei, daß das erhaltene Gewicht um 26 pr. C. dasjenige überstieg, was erhalten werden mußte. Als die Ursache hievon näher untersucht wurde, fand sich, daß die Gewichtsvermehrung von kohlensaurem Natron herrührte, welches mit der kohlensauren Talkerde eine Verbindung gebildet hatte, die, wie man aus dem Vorhergehenden gesehen hat, in Wasser etwas löslich ist und beim Auswaschen nicht zersetzt zu werden scheint. Ich versuchte nachgehends, eine kochende Auflösung eines Talkerdesalzes, mit einer in Ueberschuß zugesetzten, ebenfalls kochenden Auflösung von kohlensaurem Natron, zu fällen; allein auch dann wurde ein Niederschlag erhalten, welcher im Wasser auflöslich war und nach langem Auswaschen dennoch kohlensaures Natron enthielt.

Ich habe diese Thatfache umständlich angeführt, wegen des Interesses, welches sie nothwendig für einen Jeden haben muß, der sich mit analytischen Untersuchungen beschäftigt.

IV.

Darstellung des Verfahrens, welches in dem Grundriss der Mineralogie vom Professor Mohs befolgt worden ist, um Krystalle in richtiger Perspective zu zeichnen;

von

WILHELM HAIDINGER *).

Alle, welche sich dem Studium der Krystallographie gewidmet, müssen die Nothwendigkeit einer guten Methode gefühlt haben, die Zeichnungen der Krystalle mit Leichtigkeit und mit Genauigkeit zu entwerfen. Diejenigen, welche die nöthigen krystallographischen Kenntnisse schon besitzen, werden zwar sehr bald im Stande seyn, nach eigenen Regeln zu zeichnen; allein diese Kenntnisse sind noch nicht so allgemein verbreitet, als sie es zu seyn verdienen, sowohl wegen ihres wahrscheinlichen Einflusses auf die Fortschritte der Wissenschaft, als auch wegen der bewundernswürdigen Gesetzmäßigkeit in der Natur, welche durch sie entfaltet wird. Der Versuch, Krystallformen zu zeichnen, ist sogar von einer nähern Untersuchung derselben un-

*) Frey übersetzt aus einem von dem Hrn. Verfasser gütigst mitgetheilten besonderen Abdruck aus den Mem. of the Wern. Nat. Hist. Society.

zertrennlich, und bringt deshalb im Studium der Kry-
stallographie eine Stufe weiter. Man begnügt sich oft
einen Krytall in schwankenden Ausdrücken zu be-
schreiben, aber nicht leicht ihn fehlerhaft zu zeich-
nen. Es ist zum grossen Theil der Gebrauch von
richtigen Zeichnungen, welcher der krystallogra-
phischen Methode Haüy's, über die von Werner,
das Uebergewicht verschaffte, dessen sie sich hin-
sichtlich der Genauigkeit und Eleganz von jeher er-
freut hat. Das Studium der Kupfertafeln Haüy's,
weit mehr als das seiner Schriften, müssen wir als
den Ausgangspunkt der Arbeiten späterer Krystallo-
graphen betrachten.

Bei weitem die Mehrzahl der Figuren in der er-
sten Ausgabe von Haüy's *Traité* sind mit Sorgfalt und
nach der besten Methode, die möglich war, ausge-
führt worden. Seit der Erscheinung dieses Werkes
haben die meisten Krystallographen bei ihren Arbeiten
den nämlichen Plan befolgt, während andere mehr
oder weniger von demselben abwichen. Man
muss bekennen, dass viele der in den heutigen Wer-
ken enthaltenen Figuren, an Genauigkeit, denen
von Haüy weit nachstehen. Eine Anleitung zum
Zeichnen der Projectionen hat man erst spät einer
Stelle in den systematischen Werken über Krystallo-
graphie für würdig gehalten, und von diesen will
ich hier nur den *Traité de Crystallographie* von
Haüy und die *Introduction to Crystallography* von
Brooke anführen. Die graphische Methode, mit
deren Entwicklung dieser Aufsatz sich beschäftigt, ist
diejenige, welche vom Hrn. Prof. Mohs befolgt wird.

Sie ist sowohl der Leichtigkeit in ihrer Anwendung, als auch der Genauigkeit wegen, deren sie fähig ist, besonders zu empfehlen. '

Soll die Zeichnung eines Kryсталles von Nutzen seyn, so muß sie alles Bemerkenswerthe enthalten und dem Original in der Natur völlig entsprechen. Ihr Hauptzweck ist deshalb, die relative Lage der Flächen und folglich den Parallelismus derjenigen Kanten, die an den Kryсталlen selbst parallel sind, darzustellen. Dieser Zweck kann nur dann erreicht werden, wenn man annimmt, das Auge des Beobachters sey von dem darzustellenden Körper unendlich entfernt, so daß alle Linien parallel sind, welche von dem Auge nach irgend einem Punkte dieses Körpers gezogen werden. Nimmt man nun eine Fläche an, die alle diese Linien oder Gesichtsstrahlen unter rechten Winkeln schneidet, zieht von jeder Ecke des Körpers eine Senkrechte auf diese Ebene und vereinigt die Durchschnittspunkte (die die Projectionen der Ecken seyn werden) durch gerade Linien mit einander, so wird daraus eine Figur entstehen, die den Kryсталl darstellt.

In der Perspective wird diese Methode die orthographische Projection genannt, wegen des rechten Winkels, den jeder Gesichtsstrahl mit der Ebene macht, auf welcher der Körper dargestellt wird. Hierin weicht diese Methode von derjenigen mehrerer neuen Kryсталlographen ab, bei welchen das Auge des Beobachters zugleich an zwei verschiedenen Orten angenommen wird; aber sie kommt mit derjenigen überein, welche Haüy in seinen Werken angewandt hat. Wenn man, nach den Methoden von Haüy, Weiß

und anderen Krytallographen die Beziehungen unter den einfachen Gestalten schon kennt, vorzüglich aber, wenn man die Ableitungen der einfachen Gestalten unter einander, und die Combinationsgesetze wie sie in der Methode des Professors Mohs vorgetragen sind, gehörig inne hat; so wird man im Stande seyn, die verwickeltesten Krystalle, die vorkommen mögen, ohne die geringsten Schwierigkeiten zu zeichnen, sobald nur die Projection von einer der in jenen Krystallen vorhandenen einfachen Gestalten vorläufig ausgeführt ist. Denn die Lage der Kanten in den zusammengesetzten Gestalten hängt nur ab von dem Durchschnitt der Flächen an den einfachen Gestalten und von den Verhältnissen gewisser ähnlich liegender Linien in denjenigen einfachen Gestalten ab, welche die Combination ausmachen.

Zunächst kommt es also darauf an, eine Krystallgestalt zu projeciren, welche diesem Zwecke entspricht. Als am geeignetsten dazu, erwählen wir das Hexaëder, oder, rein geometrisch betrachtet, das rechtwinklig vierseitige Prisma, dessen Seiten Quadrate sind. (Taf. XI. Fig. 1) *). Mit der Zeichnung des Hexaeders beginnt eine Reihe von Aufgaben, welche, in zwei Abschnitten, die Projectionsmethoden der in der Natur vorkommenden einfachen Gestalten und ihrer Combinationen begreifen.

*) Die Figuren, welche diesen Aufsatz begleiten, verdanke ich Hrn. Robert Allan dem Jüngern von Laurleston. Sie sind sorgfältig nach den Regeln ausgeführt worden, zu deren Erläuterung sie entworfen sind.

Erster Abschnitt.

Von den Projectionen der einfachen Gestalten.

Erste Aufgabe. Ein Hexaëder zu zeichnen.

Man nehme an, daß eine von den Flächen des Hexaëders (Fig. 1.) auf dem Gesichtsstrahl senkrecht stehe. Die Projection derselben auf eine andere Ebene, die senkrecht gegen jene Linie ist, wird auch ein Quadrat seyn, von gleicher GröÙe mit der erwähnten Hexaëderfläche. Man nehme an, dießs Quadrat (Fig. 2) drehe sich um eine Linie MN , die mit CD parallel liegt; die Punkte A und B werden in den Linien AC und BD hinuntergerückt erscheinen, während die Länge von CD ungeändert bleibt; die Projection des Quadrates nimmt daher das Ansehen eines rechtwinkligen Parallelogrammes an. An dem Hexaëder (Fig. 1) ist aber zugleich die Fläche $CDEF$ um CD umgedreht, und die Projection der beiden Flächen nimmt die Gestalt zweier Parallelogramme an (Fig. 3). Fahren wir weiter fort, den Körper in demselben Sinne zu drehen, so werden die Projectionen von AC und BD in Länge abnehmen, während die von CE und DF zunehmen, bis sie gleich CD werden, wenn die Fläche $CDEF$ (Fig. 4) in die auf dem Gesichtsstrahl senkrechte Ebene gebracht worden ist.

Wenn die Horizontallinie MN nicht parallel mit CD ist (Fig. 5), so kann durch Umdrehung um dieselbe keine rechtwinklige Figur entstehen; denn während B sich herabwärts in der Richtung $B'B''$ bewegt, wird A in Richtung $A'A''$ und D in der von $D'D''$ heruntergerückt. Zuletzt fällt B mit B'' , A mit A'' , und D mit D'' zusammen, wodurch die Projection des

Winkels $BAC \approx BDC \approx 0$ und die des Winkels $ACD = ABD = 180^\circ$ wird. Es ist klar, daß das Verhältniß von AA' zu $A'A''$ dem von BB'' zu $B'B''$ und dem von DD'' zu $D'D''$ gleich seyn muß, weil wir uns das Quadrat $ABCD$ als einen Theil eines rechtwinkligen Dreiecks denken können, das sich um eine seiner Seiten dreht. Diefes Dreieck wird in der obigen Figur erzeugt, wenn MN , BA und BD so weit verlängert werden, daß sie sich schneiden. Da aber das Verhältniß von $A'A'$ zu $A'A''$ dem von $A''A$ zu $A''A''$ gleich ist, so wird es auch dem von $A'C$ zu $A'D'$ gleich seyn, weil die Winkel $BA''A$, $AA''C$, $CD''D$ und $DD''B$ gleich und ähnlich sind.

Das Verhältniß von $A'C$ zu $A'D''$ und das von $B'B''$ zu $A'D''$ hängt daher gänzlich von der Wahl der Lage ab, in welcher das Hexaëder dargestellt werden soll. Aber das Verhältniß von $A'A'$ zu $A'A''$ ist eine Folge jener zwei Voraussetzungen. Nehmen wir z. B. an $A'C = \frac{1}{2} A'D''$ und $A'A' = \frac{1}{3} A'D''$, so wird die Projection des Quadrates auf einer gegen den Gesichtstrahl senkrechten Ebene so, wie sie in Fig. 6 mit $A'B'D'C'$ bezeichnet ist. Diefes ist die Lage, welche in den Werken von Mohs für die Figuren der zum pyramidalen und tessularen Systeme gehörenden Krytalle angenommen worden ist.

Hat man so die Projection des Quadrates $ABCD$ auf eine gegen den Gesichtstrahl senkrechte Ebene erhalten, so ist nur noch die Länge derjenigen Linien zu finden, welche in der Projection vertikal erscheinen und die Seitenkanten des Hexaëders darstellen.

Es sey Fig. 7 ein Vertikalschnitt in der Ebene des Gesichtstrahls. Die Linie BB'' in dieser Figur wird

die Projection der Fläche $BACD$ in Fig. 6 seyn. Wenn diese Linie um den Punkt B'' (der die Projection der Linie $A''D''$ ist) gedreht wird, bis $B''L$ (Fig. 7) gleich $A''A'$ (Fig. 6) wird, so werden die Hexaëderkanten $BK', B''G'$ die Lage von $B'K, B''G$ annehmen, und die Linie $B''H$, welche bestimmt wird, indem man GH unter rechtem Winkel auf die Verlängerung von BB'' zieht, wird so lang seyn, als es die Perpendicularlinien in der Projection seyn müssen.

Durch die Länge $B''H$, nachdem sie von den Winkeln A', C, B', D' der Projection des Quadrates auf die Linien $A'''A'', C'C, BB'' D'''D''$ aufgetragen ist, wird der Ort der übrigen vier Ecken des Hexaëders bestimmt, und dieses dadurch vollendet, wie in Fig. 1.

Um dies Verfahren analytisch auszudrücken, sey $A''D''$ der Abstand zwischen den beiden äußeren Kanten $= a$; $A''C$, der Abstand einer derselben von der anliegenden inneren Kante $= \frac{a}{n}$; $A'vA''$, die Höhe der Projection des oberen Quadrates $= \frac{a}{m}$; und überdies die Länge einer Kante des Hexaëders $= b$. Aus dem rechtwinkligen Dreieck DCD'' folgt:

$$b = \frac{a}{mn} \sqrt{m^2(n-1)^2 + n^2}$$

Und aus der Aehnlichkeit der Dreiecke $B'LB''$ und $B''HG$. Fig. 7.

$$B''H = b \sqrt{\frac{m^2 - 1}{m^2}}$$

Wenn nun, wie in den Werken von Mohs, $A''C = \frac{3}{4}a$, $A'vA'' = \frac{1}{4}a$ oder $m = 8$ und $n = 4$, so haben wir:

$$b = a \sqrt{\frac{3}{2}} \text{ und } B''H = b \sqrt{\frac{3}{2}} = a \sqrt{\frac{63 \times 37}{64}}$$

Hieraus ergiebt sich, daß diese Projectionsmethode mit der größten Leichtigkeit einer jeden Berechnung unterworfen werden kann, welche für besondere Aufgaben nöthig seyn sollte; indess wird es immer passender seyn, das oben entwickelte graphische Verfahren zu verfolgen, bei welchem nur einige Sorgfalt in Anwendung des Lineals und Zirkels erfordert wird, um die größte Genauigkeit zu erreichen.

Nachdem es uns gelungen ist, das Hexaëder zu projeciren, werden wir im Stande seyn, eine große Menge von Aufgaben über das Zeichnen der Krystalle aufzulösen; einige von diesen sollen hier betrachtet werden, um einige Bemerkungen über gewisse Vortheile bei Ausführung der Projection an sie anzuknüpfen.

Aufgabe II. Ein reguläres Octaëder zu zeichnen.

Wenn das Octaëder mit dem Hexaëder in eine parallele Lage gebracht worden ist, die einzige Lage, in welcher sie in der Natur an einem und demselben Krystall vorkommen, so fallen die pyramidalen Axen des einen mit den pyramidalen Axen des andern zusammen, und folglich wird es ein Octaëder von solcher Größe geben, daß seine Ecken die Flächen des Hexaëders in ihrer Mitte berührt. Folglich bestimme man die Mittelpunkte dieser Flächen, C, C', C'', C''', C'''' und C_v Fig. 8 und vereinige sie durch gerade Linien, so wird das Resultat ein Octaëder seyn.

Aufgabe III. Eine gegebene gleichschenkelig-vierseitige Pyramide, z. B. die Pyramide P des pyramidalen Zirkons zu zeichnen,

Nach Mohs ist bei dieser Species $a = \sqrt{0,8204}$ *), d. h. die Axe der Pyramide P ist $= \sqrt{0,8204}$, wenn die Seite seiner Horizontalprojection $= 1$ ist. Man ziehe die vertikale Pyramidalaxe des Hexaëders Fig. 9; nehme $AB' = AB \cdot \sqrt{0,8204}$, $CD = C'D' = C''D'' = C'''D''' = \frac{1}{2} AB \sqrt{0,8204}$, und vereinige die Seiten-ecken D, D', D'', D''' durch gerade Linien mit den Scheiteln A und B' der Pyramide; so ist das Resultat die verlangte Pyramide P des pyramidalen Zirkons.

Aufgabe IV. Die Pyramide (P)¹ des pyramidalen Zirkons zu zeichnen.

Eine achtseitige Pyramide erhält man durch folgendes Verfahren: 1) Man verlängere die Axe der vierseitigen Pyramide zu beiden Seiten zu einer unbestimmten aber gleichen Länge; 2) man vergrößere die Flächen derjenigen vierseitigen Pyramide, von welcher die achtseitige abgeleitet werden soll; 3) man verzeichne Dreiecke auf ihnen, gleich und ähnlich denen an der Pyramide, und so, daß die Grundlinien dieser Dreiecke mit der Basis der Pyramide zusammenfallen; 4) die auf diese Art bestimmten unteren Punkte verbinde man mit dem oberen Endpunct; die oberen Punkte mit dem unteren Endpunct der verlängerten Axe, und 5) lege Ebenen durch jede dieser Linien und die anliegenden Ecken der ursprünglichen Pyramide.

Die Regel, um eine achtseitige Pyramide zu zeichnen, wird also folgendermaßen seyn: Man projecire die

*) Grundriß der Mineralogie Bd. 11. p. 60. Die Messungen, auf welchen diese GröÙe beruht, sind an den kleinen, aber niedlichen, Krystallen gemacht, welche das gedlegene Platin begleiten; sie stimmen völlig mit den Resultaten überein, welche Dr. Wollaston, Brooke und Phillips erhielten.

vierseitige Pyramide, wie vorhin. Man verlängere die Axe AX (Fig. 10) bis $A'X' = 5AX$ ist, da die Pyramide $(P)^5$ verlangt wird. Ferner ziehe man $CA''B'$ gleich und ähnlich dem Dreiecke CAB' , aber in dessen Ebene umgekehrt; auf gleiche Weise $CX''B'$, $CX'''B$, $CA'''B$, u. s. w. Vereinige A'' , A''' u. s. w. mit A' ; X'' , X''' , u. s. w. mit X' ; B, C, B', C' zugleich mit A' und X' , so wie auch mit den Durchschnittspunkten S, S' u. s. w., welche die Linien $A'A'''$, $A'A''$, u. s. w. respective mit den Linien $X'X'''$, $X'X''$ u. s. w. erzeugen. Das Resultat wird die Pyramide $(P)^5$ seyn.

Die nämliche Pyramide wird auch nach der folgenden Regel erhalten: Man projicire die gleichschenklige vierseitige Pyramide $ABCB'CX$ (Fig. 11) wie vorhin; halbire die Seitenkanten BU in D , UB' in E u. s. w. In der Verlängerung von MD , ME u. s. w. nehme man $SD = \frac{1}{2}MD$; $S'E = \frac{1}{2}ME$ u. s. w. und vereinige alle die Punkte S, C, S', B' u. s. w. mit den Endpunkten A' und X' der verlängerten Axe, so wie die benachbarten von jenen untereinander, durch gerade Linien.

Da das letztere Verfahren kürzer ist, so verdient es den Vorzug vor dem früheren. Es beruht auf der Eigenschaft der achteitigen Pyramide, daß SD (Fig. 12) immer gleich $\frac{m-1}{m+1} \cdot MD$ ist, worin m die Ableitungszahl der Pyramide bezeichnet. Denn, wenn $AX = a$ und $A'X' = ma$ ist, so wird $A'M = \frac{m}{2}a$ und $A'X = \frac{m+1}{2} \cdot a$ seyn. Nun ist $A'M : MS = A'X : XA'''$ also

$$MS = \frac{A'M \times XA'''}{A'X}$$

Aber $A'M = \frac{1}{2}ma$; $XA''' = 2MD$ und $A'X = \frac{1}{2}(m+1)a$

$$\text{also } MS = \frac{2m}{m+1} MD$$

und:

$$SD = SM - MD = \left(\frac{2m}{m+1} - 1 \right) MD = \frac{m-1}{m+1} MD.$$

Für den gegenwärtigen Fall ist $m = 3$ also $SD = \frac{3-1}{3+1} MD = \frac{1}{2} MD$.

Die Werthe von m , welche außer 3 am häufigsten an den Kry stallen vorkommen, sind 4 und 5. In diesen Fällen wird $SD = \frac{1}{3} MD$ für $(P)^4$ und $= \frac{2}{3} MD$ für $(P)^5$.

Aufgabe V. Eine ungleichschenklige vierseitige Pyramide, z. B. die des prismatischen Topases, zu zeichnen.

Nach Mohs ist bei dieser Species das Verhältniß der Axe zu den beiden Diagonalen in der Basis oder $a : b : c = 1 : \sqrt{4,440} : \sqrt{1,238}$ oder $= \sqrt{\frac{1}{4,440}} : 1 : \sqrt{\frac{1,238}{4,440}}$.

Man ziehe die pyramidalen Axen $AX, BB',$ und CC' des Hexaëders (Fig. 13), mache $A'M = X'M = AM$.

$\sqrt{\frac{1}{4,440}}$; ferner $C'M = C''M = CM \cdot \sqrt{\frac{1,238}{4,440}}$ und

vereinige die sechs Punkte A', B, C'', B', C''', X' durch gerade Linien, so wird das Resultat die Projection der verlangten Pyramide seyn. Die Zahlenwerthe müssen in Decimalbrüchen ausgedrückt, und von einer Scale abgenommen werden.

Aufgabe VI. Ein gerades schiefwinklig vierseitiges Prisma zu zeichnen.

Es ist klar, daß die Projection eines schiefwinklig vierseitigen Prismas eben so leicht zu erhalten ist, wie die Projection einer ungleichschenkligen vierseitigen Pyramide, so bald wir annehmen, daß es auf gleiche Weise in ein Hexaëder eingeschrieben wird. Da das

Prisma eine Pyramide ist, an welchem nur eine der Axen unendlich geworden, so bildet der gegenwärtig Fall nur ein Corollar von dem vorhergehenden.

Es sey z. B. das darzustellende Prisma (Fig. 14), dasjenige, dessen Querschnitt der Basis von P im prismatischen Topas ähnlich ist, oder $P + \infty$. Die Linie $MC = MC' = M'C'' = M'C'''$ wird daher gleich seyn:

$$MC_{iv} \cdot \sqrt{\frac{1,238}{4,440}}.$$

Aufgabe VII. Ein regelmässiges sechsseitiges Prisma zu zeichnen.

Wenn $MC = MC_{iv} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}$ ist, so wird der Querschnitt des Prismas ein Rhombus von 120° und 60° , und das Prisma selbst wird in ein regelmässig sechsseitiges verwandelt, wenn man seine schärferen Seitenkanten $B'B'''$ und BB'' (Fig. 15) abstumpft, und die Abstumpfungsebenen durch die Mittelpunkte D', D'', E''', E' u. s. w. der Linien $CB', C'B', C''B''', C'''B'''$ u. s. w. gehen läßt.

Dass dieses ein richtiges Resultat geben muss, erhellt, wenn wir die Projection auf einer mit dem Rhombus $BC'B'C$ parallelen Ebene betrachten (Fig. 16). Der Winkel $D'''B'D'$ ist $= 60^\circ$, das Dreieck $D'''B'D'$ also gleichseitig; nun muss in dem regelmässigen sechsseitigen Prisma $C'D''' = D''D'$ seyn; also auch $= D'''B' = \frac{1}{2} C'B'$.

Aufgabe VIII. Ein regelmässiges sechsseitiges Prisma, dessen Seitenflächen Quadrate sind, zu zeichnen.

Aus der bekannten Gleichheit von BB' und $B'B'''$ in Fig. 14, in so fern diese Projectionen aus dem Hexaëder erhalten worden sind, wird es nicht schwer fallen, für CC' die erforderliche Länge zu finden, um

$CC'E'D'$ und folglich alle Seitenflächen des sechsseitigen Prismas in Quadrate zu verwandeln.

Es sey $BB' = 1$; BC , am Körper selbst, wird $= \frac{1}{\sqrt{3}}$ seyn und folglich $CD' = \frac{1}{2\sqrt{3}}$. Das Stück $B'B''$, welches von der Linie $B'B'''$ hinweggenommen werden muß, um $CD'HG$ in ein Quadrat zu verwandeln, muß zu dieser Linie in dem Verhältnisse $\frac{1}{2\sqrt{3}} : 1$ stehen, oder $B'B'' = CG$ muß $= \frac{B'B'''}{2\sqrt{3}}$ seyn, welche Länge durch die folgenden Betrachtungen gefunden wird. Die Gleichung $CG = \frac{B'B''}{2\sqrt{3}}$ läßt sich in die Proportion verwandeln: $CG : B'B''' = 1 : 2\sqrt{3}$. Jene Länge wird also durch die ähnlichen Dreiecke $RB'B$ und $SB'B'''$ (Fig. 17) gefunden, wenn man die Linien $B'B$ und $B'B'''$ an der Base, denen an den beabsichtigten Figuren gleich annimmt, so wie RB gleich der Projection von DC ; die vierte Proportionallinie SB'' wird die gesuchte Linie und gleich mit CG in Fig. 15 seyn.

Fig. 18 zeigt die Projection eines regelmäßigen sechsseitigen Prismas, dessen Seitenflächen Quadrate sind, wie sie aus der Projection eines Hexaëders erhalten wird.

Es giebt auch ein Verfahren, um unmittelbar zur Projection dieses Körpers zu gelangen, indem man eine ähnliche Methode befolgt, wie eben beim Projiciren der Figur eines Hexaëders angewandt worden ist.

Aufgabe IX. Ein regulär sechsseitiges Prisma, dessen Seiten Quadrate sind, unabhängig von der Projection des Hexaëders zu zeichnen.

Man verzeichne das regelmäßige Sechseck $PQRSIE$

(Taf. 12 Fig. 1) auf einer gegen den Gesichtsstrahl senkrechten Ebene, und in irgend einer Lage, in Bezug auf eine gewisse Horizontallinie UK , um welche es sich drehend angenommen wird. Während es sich dreht, bleibt UK an Gröfse unverändert, aber die Linie $T'D'$ (Fig. 2) verringert sich, und wird $= 0$, wenn sie in Richtung des Gesichtsstrahles kommt. Für das Verhältnifs $UK : T'D' = 1 : \frac{1}{8}$, wie es in den Werken von Mohs für die zum rhomboëdrischen System gehörenden Gestalten angenommen ist, wird $P'Q'R'S'I'E'$ (Fig. 2) die Projection des regelmäßigen Sechsecks $PQRSIE$ der vorhergehenden Figur seyn. Das Verhältnifs zwischen AB und AG , ist an sich willkührlich, nur muß AB stets $= CD = DE = FG$ seyn. In dem Grundriß der Mineralogie von Mohs ist $AB = \frac{1}{8} AG$. Es ist klar, dafs, wenn $R'W = \frac{1}{n} RW$, auch $P'X = \frac{1}{n} PX$ seyn muß und $Q'U = \frac{1}{n} QU$. Das Verhältnifs von ON zu OG ist abhängig von dem von AB zu AG und wird gefunden, indem man Senkrechte fällt, von allen Winkeln des Sechsecks auf die Linie OG , welche in einer mit dem Gesichtsstrahl parallelen Ebene liegt. Wenn $AB : AD = 1 : 3$, so erhält man $ON : OK = 1 : 5$.

Die scheinbare Länge der Seitenkanten des Prismas, dessen Seiten Quadrate sind, wird auf folgende Weise gefunden. Man ziehe AB senkrecht auf BD (Fig. 5), wo BD ein Vertikalschnitt derjenigen Ebene ist, auf welcher die Figur dargestellt wird. Ferner nehme man $BC = O'G'$ (Fig. 2) und $AC = TD$ (Fig. 1), ziehe CE senkrecht auf AC , und so lang wie PE (Fig. 1): ziehe ferner ED , von dem Punkte E , senkrecht auf BD . Dann wird die

Linie CD die für die Seitenkanten, des sechsseitigen Prismas erforderliche Länge haben, und, an die Projection des oberen Sechsecks Fig. 2 angesetzt, die Projection Fig. 4. des sechsseitigen Prismas selbst liefern.

Dies Verfahren, ein regulär sechsseitiges Prisma zu projeciren, läßt sich auch in analytischen Ausdrücken darstellen.

Wenn das Verhältniß $AB : AD$ bekannt ist, so wird es möglich seyn, daraus das von $ON : OK$ abzuleiten. Es sey $AD = a$, $OK = b$; $AB = \frac{a}{n}$; $ON = \frac{b}{m}$ und $PE = EI = IS = c$. Es entstehen die nachstehenden Gleichungen:

$$PE^2 = PB^2 + BE^2; EI^2 = EG^2 + GI^2; SI^2 = IN^2 + NS^2$$

oder:

$$c^2 = \left(\frac{b}{m}\right)^2 + a^2; c^2 = \left(a - \frac{a}{n}\right)^2 + \left(b - \frac{b}{m}\right)^2; c^2 = b^2 + \left(\frac{a}{n}\right)^2.$$

Durch Elimination von c zwischen den beiden ersten erhält man

$$b^2 = \frac{(1-2n)m}{(2-m)n^2} a^2$$

und durch Elimination desselben zwischen den beiden letzten:

$$b^2 = \frac{(2-n)m^2}{(1-2m)n^2} a^2$$

und folglich $\frac{(1-2n)m}{(2-m)n^2} = \frac{(2-n)m^2}{(1-2m)n}$

und $m^2 n^2 - 2m^2 n - 2mn^2 + 2m + 2n - 1 = 0$

welches, aufgelöst, giebt:

$$m = \frac{n^3 - 1 + \sqrt{(1-2n+3n^2-2n^3+n^4)}}{n(n-2)}$$

und

$$n = \frac{m^3 - 1 \pm \sqrt{(1-2m+3m^2-2m^3+m^4)}}{m(m-2)}.$$

Für $n = 3$ wird $m = \frac{8 \pm 7}{3} = \frac{1}{3}$ oder $= 5$, von welchen Werthen der erstere ausgeschlossen ist, wenn man die Resultate mit der Figur vergleicht, so daß bloß der Werth $m = 5$ übrig bleibt. Die Linie ON ist deshalb $= \frac{1}{5} OK = \frac{1}{5} b$. Das Verhältniß der Linie a und b selbst, da es durch $\frac{b^2}{a^2} = \frac{(1-2n)m}{(2-m)n^2}$ ausgedrückt wird, ist $\sqrt{25} : \sqrt{27} = 5 : 3\sqrt{3}$.

Die scheinbare Länge CD der mit der Axe des sechsseitigen Prismas parallelen Kante CE , wird durch die Aehnlichkeit der Dreiecke CED und ACB erhalten und $= c \sqrt{\frac{p^2-1}{p^2}}$ gefunden, wenn man $BC = \frac{b}{p}$ und c gleich der wirklichen Länge einer der Seiten des regelmäßigen Sechsecks annimmt. Da durch die vorgehenden Formeln sowohl c als b in a und n ausgedrückt werden können, so wird es auch nicht schwer seyn, die Länge von CD mittelst derselben Größen auszudrücken, aber die hiedurch erhaltenen Ausdrücke werden nicht so einfach seyn, als die eben angeführten.

Die Projection eines regelmäßigen sechsseitigen Prismas, welches ein Glied in dem rhomboëdrischen Systeme ist, läßt in Bezug auf die übrigen Gestalten dieses Systemes, eine ähnliche Anwendung zu, wie die des Hexaëders in Bezug auf die Gestalten der anderen Systeme.

Aufgabe X. Ein Rhomboëder zu zeichnen.

Es sey dieß Rhomboëder z. B. dasjenige, an dem die Endkante $= 104^\circ 28' 40''$ ist, das nämliche, welches Haüy, als die Primitivform des Kalkspathes betrachtet. Seine Axe ist $= 1,5 = \sqrt{2,25}$.

Man zeichne das regulär sechsseitige Prisma, def-

ten Seiten Quadrate sind, in der in Fig. 5 gewählten Lage. Man verlängere die Seitenkanten, bis $AA'' = \frac{3}{2} AA'$ ist, gleich der gegebenen Axe des Rhomboëders, nehme ein Drittel der Länge dieser Seitenkanten abwechselnd von den oberen und unteren Sechsecken, und vereinige die so bestimmten Punkte $A''', B', C''', D', E''', F'$ unter einander und mit den Mittelpunkten M, M' der benachbarten Sechsecke, durch gerade Linien. Das Resultat wird die Projection des verlangten Rhomboëders seyn. Die Projection der wirklichen Grundgestalt des rhomboëdrischen Kalkhaloides wird erhalten, wenn wir, statt $AA'' = \frac{3}{2} AA'$ zu nehmen, den Werth $= \sqrt{2,1895} \cdot AA'$ substituiren. Wenn MM' oder $AA'' = AA' \cdot \sqrt{4,5}$ ist, so ist der projecirte Körper ein Hexaëder.

Wenn $O'G'$, in Fig. 2, $= 0$ ist, so wird das Verfahren zum Zeichnen eines Rhomboëders sehr einfach. Es ist nur nöthig, die Vertikallinien, welche die Projectionen der Seitenkanten darstellen, nebst der Axe des sechsseitigen Prismas in gleichen Abständen (denn $A'P$ ist $= \frac{1}{2} A'G'$ in Fig. 2) von einander zu ziehen, und rechtwinklig durch sie vier Horizontallinien, von gleichem Abstände unter sich, hindurchzuziehen. Die Durchschnittspunkte dieser mit den andern Linien bestimmen die Lage der Ecken des Rhomboëders, wie aus Fig. 6 erhellt.

Aufgabe XI. Eine ungleichschenklige sechsseitige Pyramide zu zeichnen, z. B. $(P)^3$ des rhomboëdrischen Kalkhaloides oder die „variété métastatique“ von Häüy.

Nachdem man die Projection $MABCDETM'$ (Fig. 7) des Rhomboëders R , vollendet hat, nehme man $NM =$

$MM' = M'N'$, weil hier die Ableitungszahl $= 3$ ist, welches erfordert, daß $NN' = 3 MM'$ sey. Man verbinde die Enden der verlängerten Axe mit den Seitenecken des Rhomboëders durch gerade Linien; das Resultat wird die Projection der verlangten ungleichschenkligen sechsseitigen Pyramide seyn.

Aufgabe XII. Eine gleichschenklige sechsseitige Pyramide zu zeichnen, z. B. P, oder diejenige, welche zu dem Rhomboëder R derselben Species gehört.

Man entwerfe das Rhomboëder $ABB'B''CC'C''X$ (Fig. 8) und mache $AM = X'X$, ziehe CC'' , $C'C''$, $C''C''$ parallel mit der Axe AX , und verlängere die Linien BM , $B'M$, $B''M$, bis sie die ersteren in C'' , C' , C'' schneiden. Nun verbinde man die Punkte B, C'' , B', C'' , B'', C' , mit einander und mit den, von M gleich entfernten, Punkten A und X' , so wird das Resultat die Projection der sechsseitigen Pyramide P seyn, wie sie in Fig. 9 dargestellt ist.

Die vorhergehenden Fälle werden hinreichen, um die Projection irgend einer einfachen Gestalt, welche verlangt werden sollte, zu erhalten, so bald die hierüber gegebenen Regeln, durch gehörige Kenntniß der Relationen in den Gestalten selbst, und der, welche sie untereinander haben, unterstützt wird. Es wird indess von Nutzen seyn, durch einige wenige Beispiele zu erläutern, wie die zusammengesetzten Gestalten gezeichnet werden.

Zweiter Abschnitt.

Von den Projectionen der zusammengesetzten Gestalten.

Zusammengesetzte Gestalten oder Combinationen, im Allgemeinen, sind diejenigen Krystallgestalten, wel-

che zu gleicher Zeit die Flächen zweier oder mehrerer einfachen Gestalten zeigen. Eine jede von diesen kann erhalten werden, wenn man in einer zusammengesetzten Gestalt diejenigen Flächen, welche einander gleich und ähnlich sind, hinreichend vergrößert. Die Combinationsgestalt ist also derjenige Raum, welcher gleichzeitig von allen den die Combination ausmachenden Gestalten eingeschlossen wird. Um sie in der größten Allgemeinheit darzustellen, wird also erfordert, daß man alle einfachen Gestalten, welche die Combination enthält, in paralleler Lage aufstellt, und, wenn sie sich schneiden, denjenigen Theil von ihnen bestimmt, welcher nicht durch eine von ihnen ausgeschlossen wird. In den meisten Fällen ist man wohl dieses langen und oft ermüdenden Verfahrens überhoben, aber es wird nöthig seyn, dasselbe an einem Beispiele zu zeigen.

Aufgabe I. Die Combination des Hexaëders mit dem Octaëder zu zeichnen.

Man entwerfe die beiden einfachen Gestalten in paralleler Lage, so daß ihre Mittelpunkte in *M* Fig. 10 zusammenfallen.

Zieht man *EF* parallel mit *DB*, und *IK* parallel mit *LP*, durch die Mitten der respectiven Kanten des Hexaëders, so werden diese Linien die Lage der Punkte *N*, *N'* und *N'N''* bestimmen, in welchen die an einer Ecke des Octaëders zusammenstoßenden Kanten die Hexaëderflächen schneiden. Der Theil *ANN'N''N'''*, welcher oberhalb der Hexaëderfläche *TUVW* liegt, wird folglich von dieser abgeschnitten und gar nicht in der Combination erscheinen. Dasselbe wird der Fall mit allen übrigen Ecken des

Octaëders seyn, und die Combination selbst wird acht Sechsecke, als Reste der Octaëderflächen und sechs Achtecke, als Reste der Hexaëderflächen enthalten.

Dasselbe Resultat wird kürzer so erhalten: Man entwerfe die Figur des Octaëders, nehme $AN' = R'L = \frac{1}{n} AL$, $AN'' = SB = \frac{1}{n} AB$, $LR'' = S''B = \frac{1}{n} LB$ und ziehe $N'N''$, SS'' , $R'R''$, welches die Durchschnitte der Octaëderfläche ABL mit den drei anliegenden Hexaëderflächen sind. Das nämliche Verfahren, auf alle Octaëderkanten angewandt, giebt die Durchschnitte aller Flächen der beiden Körper, und damit die Projection der verlangten Combination.

Nachdem man die Combination zweier Gestalten gezeichnet hat, wird es leicht seyn, die Flächen einer dritten einfachen Gestalt hinzuzufügen, hierauf die einer vierten und so weiter. Hier sowohl, wie bei dem Zeichnen der einfachen Gestalten, kann man oft manche Umstände benutzen, die sich in der Ausführung von selbst darbieten, in dem Maasse, in dem man im Studium der Krytallographie selbst fortichreitet.

Aufgabe II. Die rhomboëdrische Combination $R. (P)^3. R + 2$ der Species des rhomboëdrischen Kalkhaloides zu zeichnen.

Vor Allem ist es nöthig festzusetzen, welche Ausdehnung die Flächen der verschiedenen Gestalten haben sollen, damit man wisse, welche von den einfachen Gestalten zuerst zu entwerfen sey, um an diese nach den Regeln der Ableitung und Combination die übrigen anzulegen. Nichts ist leichter als dieses, wenn die Combination nur wenige einfache Gestalten ent-

hält; aber es erfordert einige Uebung, zu finden, in welcher Ordnung am Besten eine einfache Gestalt nach der andern hinzugefügt werden muß, sobald die Combination eine große Anzahl von ihnen enthält. Eine kurze Beschäftigung mit dem Zeichnen der einfachen Gestalten selbst ist aber das beste Hülfsmittel für diejenigen, welche Willens sind, sich mit dem Zeichnen von Combination zu befassen. Im gegenwärtigen Falle ist es am Besten, mit der ungleichseitig sechseitigen Pyramide $(P)^3$ anzufangen. Das Verfahren selbst wird dann folgendes:

Man zeichne die Pyramide $(P)^3$ oder $ABCDEFGX$ Fig. 11 nach den oben (Abschn. 1 Aufg. XI.) gegebenen Regeln. Die Combinationskanten zwischen R und $(P)^3$ sind parallel den gegenüberliegenden Endkanten des Rhomboëders und den Seitenkanten der Pyramide. Nachdem man den Punkt C' in welchem eine der Flächen von R die Pyramidenkante AC schneidet, und folglich das Verhältniß von AC' zu AC bestimmt hat, ist es nöthig, die Combinationskante $C'D'$ parallel der Seitenkante CD der Pyramide zu ziehen und eben so $C'B'$ parallel mit CB . Durch dies Verfahren wird das Verhältniß $AB' : AB$ dem $AC' : AC$ gleich, und so ganz herum, bis alle die Punkte $B'C'D'E'F'G'$ bestimmt und diejenigen Linien gezogen worden sind, welche diese Punkte mit einander verbinden und die Combinationskanten zwischen R und $(P)^3$ darstellen. Eine Linie $M'N'$ parallel mit $C'D'$ oder CD oder mit MN , den Kanten des Rhomboëders R , und durch den Punkt B' hindurchgehend, bezeichnet die Richtung von einer der Endkanten von R ; ihr Durchschnittspunkt mit der Axe AX oder A' ist der Scheitel desjenigen

Rhomboëders, was in die Combination eingeht. Die Linien $A'D'$, $A'F'$, welche diesen Scheitel mit den oberen Ecken der Combination verbinden, vollenden die Figur auf dieser Seite des Mittelpunktes; für die gegenüberliegende Seite muß dasselbe Verfahren ausgeführt werden.

Die dritte Gestalt, welche mit der Combination von R und $(P)^3$ verbunden werden soll, ist $R+2$ ein scharfes Rhomboëder, dessen Combinationskanten mit $(P)^3$, den scharfen Endkanten der Pyramide parallel sind. Eine Fläche dieses Rhomboëders, die durch einen willkürlichen Punkt O der stumpfen Endkante AC der Pyramide geht, wird also die Combinationskanten OP und OQ erzeugen, da sie die Durchschnittslinien dieser Ebene mit den Pyramidenflächen ABC und ACD sind. Um den Punkt S zu finden, wo die Fläche von $R+2$ die untere gegenüberliegende Kante CX schneidet, nehme man $PR=RQ$ und ziehe OR , die, gehörig verlängert, CX in S schneiden wird. Die Fläche $OPSQ$ wird eine der Flächen von $R+2$ darstellen, so wie sie in der Combination erscheint. Es giebt sechs solcher Flächen, von denen sich drei gegen den oberen Scheitel, und die übrigen drei gegen den unteren neigen. Eine dieser letzteren ist $O'P'S'Q'$ in der Figur. Aber die Flächen $OPSQ$ und $O'P'S'Q'$ schneiden einander in der Linie ZZ' , welche die Seitenkante von $R+2$ ist, und als solche parallel liegt mit OP und $O'P'$, den Combinationskanten zwischen diesem Rhomboëder und der Pyramide $(P)^3$, oder mit AB und XE den Axenkanten an der letzteren. Das Resultat, wenn die Combination durch Zeichnen der vier übrigen Flächen von $R+2$ vollendet ist, wird die in Fig. 12 dargestellte Gestalt seyn.

Aufgabe III. Die pyramidale Combination

$P. (P)^3. \frac{3}{2\sqrt{2}} P + 3. P + \infty$ der Species des pyramidalen Zirkons zu zeichnen.

Man zeichne das Hexaëder $ABCD A''B''C''D''$ (Fig. 15), nach den oben (Abschn. 1. Aufg. 1.) gegebenen Regeln, und nehme $AA' = \frac{1}{2} AA'' \cdot \sqrt{0,8204} = CC' = DD' = BB'$. Dann bestimme man durch Vereinigung der Punkte A mit D , und B mit C , die Lage von M , dem Mittelpunkt des Quadrates $ACDB$; und ziehe endlich die Linien MB', MA' u. s. w., so wie $B'A', A'C'$ u. s. w. Das Resultat $MB'A'C'D'$ ist ein Theil der gleichschenkelig vierseitigen Pyramide, welche erfordert wird, und welche ebenso an die entgegengesetzte Seite der Axe MM' angelegt, die Combination von P mit $P + \infty$ vollendet. Die Länge $A'A'''$ u. s. w. ist völlig unbestimmt und hängt von der relativen GröÙe dieser Linien in denjenigen natürlichen Combinationen ab, welche darzustellen sind.

Die zunächst hinzuzufügende Gestalt ist $(P)^3$. Man nehme $C'O = \frac{1}{2} CM$, $C'P = \frac{1}{3} C'A'$; $C'P' = \frac{1}{3} C'D'$ und $C'Q = \frac{2}{3} CC'$ oder im Allgemeinen $C'O = \frac{1}{n} CM$, $C'P = \frac{1}{n} C'A'$, $C'P' = \frac{1}{n} C'D'$ und $C'Q = \frac{2}{n} CC'$ und ziehe die Linien OP, OQ, OP' , und $PQ, P'Q$; die Flächen $OPQ, OP'Q$, werden diejenigen Theile der Flächen von $(P)^3$ seyn, welche in der Combination erscheinen. Dieß wird völlig klar, wenn man die Dimensionen dieser achtseitigen Pyramide und ihre Verhältnisse zu P betrachtet. Da $(P)^3$ unmittelbar zu dieser vierseitigen Pyramide P gehört, so müssen die Combinationsecken zwischen beiden Gestalten

parallel seyn den gegenüberliegenden Endkanten der letzteren, OP also parallel mit MA' , und wenn angenommen wird, daß diese Combinationskante mit der Endkante MA' zusammenfalle, so muß von der Axe der Theil MM''' , welcher seiner Endkante MC''' entspricht, drei Mal so groß seyn, wie der Theil MM' , welcher der Endkante MC' der vierseitigen Pyramide entspricht. Die letztere ist in dem Zeichen der achtseitigen Pyramide durch den Exponenten 3 angedeutet. Wenn dasselbe Verfahren, durch welches die an der Ecke C' zusammenstoßenden Flächen OPQ und $OP'Q$ erhalten worden sind, auf jede an den übrigen Ecken ähnlich liegende Fläche angewandt wird, so sind alle Flächen von $(P)^3$, sechszehn an der Zahl, gemacht und dadurch die dreifache Combination $P \cdot (P)^3 \cdot P + \infty$ vollendet, wie sie in Fig. 14 abgebildet ist.

Die vierte und letzte von den einfachen Gestalten, die der vorhergehenden Combination hinzugefügt werden soll, ist $\frac{3}{2\sqrt{2}} P + 3$. Die Axe von $P + 3$ ist $= 2\sqrt{2} \cdot a$ und a die Axe von P ; die von $\frac{3}{2\sqrt{2}} P + 3$ also $= 3a$. Eine Fläche von dieser Gestalt, welche durch den Punkt C''' oder durch die Horizontallinie $A'''C'''$ geht, wird zugleich durch die Linie MC''' eine der Endkanten von $(P)^3$ hindurchgehen. Die Combinationskanten zwischen diesen beiden Gestalten sind also parallel den abwechselnden Endkanten der achtseitigen, also auch parallel den Endkanten der vierseitigen Pyramide. Folglich wird das Viereck $RSUT$ in Fig. 14 eine ihrer Flächen seyn, und die Winkel derselben werden bestimmt, wenn man $WS =$

$\frac{1}{n} WY, VR = \frac{1}{n} VX; VT = \frac{1}{n} VZ$ und $WU = \frac{1}{n} WK$ nimmt. Die Vereinigung dieser Punkte durch gerade Linien giebt den Umriss der Fläche, und wenn dieß Verfahren an allen ähnlich liegenden Kanten wiederholt wird, so liefert es die pyramidale Combination $P \cdot (P)^3 \cdot \frac{3}{2\sqrt{2}} P + 3 \cdot P + \infty$ in der Species des pyramidalen Zirkons (Fig. 15).

Es würde überflüssig seyn, hier noch eine grössere Anzahl von Beispielen über die Art zu geben, wie man verwickelte Kry stallgestalten zu zeichnen hat, da das Verfahren dazu auch bei den übrigen Kry stallsystemen genau dasselbe ist. In vielen Fällen kann es von Nutzen seyn, von einem Kry stalle, ausser der nach den obigen Regeln ausgeführten perspectivischen Zeichnung, auch seine horizontale Projection oder seinen Grundriss auf einer gegen die Axen der Combination bestimmten Ebene zu entwerfen. Besonders wichtig ist es, dieß Verfahren bei hemiprismatischen und tetartoprismatischen Gestalten zu gebrauchen, bei welchen wir genöthigt sind, nach Symmetrie in Bezug auf gewisse Ebenen zu suchen, während diese bei andern Systemen einen absoluten und bleibenden Charakter besitzt. Bei den letzteren wird zwar, wie schon Häüy bemerkt, dieß Verfahren so zu sagen monoton, aber dessenungeachtet kann es denen, welche schon einige Kenntnisse von den Gestalten besitzen, nicht genug empfohlen werden, wenn sie gewisse Klassen von verwickelteren Kry stallen studiren wollen.

Die Anwendung der Projectionsregeln auf einen besonderen Fall bezweckt die Abbildung einer gegebenen oder in der Natur beobachteten Kry stallvarietät, frei von den Hülfslinien, welche man braucht um dieses zu erlangen. Zu diesem Ende muß man die Punkte, welche durch die Durchschnitte der Linien bestimmt wurden, mittelst feiner Nadelftiche auf ein anderes Papier übertragen und dort, wie es das Original vorschreibt, durch gerade Linien mit einander verbinden. Ein einziges Original läßt sich auf diese Art zu einer grossen Anzahl von Projectionen gebrauchen, weil es copirt werden kann, wenn eine neue Gestalt hinzugefügt werden muß. Die Mühe, welche

man auf den ersten Entwurf angewandt hat, belohnt sich hinlänglich durch die Genauigkeit der Kopien.

Haüy und die Kryсталlographen nach ihm führten den Gebrauch ein, welcher beibehalten zu werden verdient, daß man die vorderen Kanten in vollen Linien auszieht, wie *AB* in Fig. 16; die hinteren Kanten, wie *CD*, in punktirten Linien; die Linien auf der Oberfläche der Gestalten, in unterbrochenen Linien, wie *EF*; und die Linien im Innern durch Linien, die abwechselnd unterbrochen und punktirt sind, wie *GH*.

Sehr oft begegnet es, besonders den Anfängern, welche sich noch nicht an ein richtiges Urtheil über die wahrscheinliche GröÙe einer Gestalt gewöhnt haben, daß die Zeichnung, welche durch mehrere aufeinander folgende Operationen erhalten werden muß, größer oder kleiner ausfällt, als man zu erhalten wünscht; deshalb wird ein Verfahren nothwendig, wodurch man sie zweckmäÙig vergrößern oder verkleinern kann. Man ziehe zu diesem Ende, von irgend einem bestimmten Punkt innerhalb oder außerhalb der Figur, nach jeder Ecke der Figur, eine gerade Linie und nehme auf jeder derselben respective gleiche Theile von ihrer ganzen Länge. Die so bestimmten Punkte werden die analogen Punkte der neuen Figur seyn. Wenn z. B. das Hexaëder (Fig. 17) um so viel verkleinert werden soll, daß die Kanten der neuen Figur gleich werden zwei Fünfteln von den Kanten des Originals, so wird es nöthig *NA*, *NB*, *NC*, *ND* u. s. w. zu ziehen, und auf diesen Linien zu nehmen $NA' = \frac{2}{5} NA$, $NB' = \frac{2}{5} NB$, $NC' = \frac{2}{5} NC$, $ND' = \frac{2}{5} ND$, u. s. w. Zieht man nun die geraden Linien *A'B'*, *B'D'*, *D'C'*, *C'A'* u. s. w., so ist das Hexaëder fertig. In vielen Fällen aber führt es noch schneller zum Ziele, wenn man die Axen zieht, wie *AF'*, *BE*, u. s. w. oder andere Linien durch den Mittelpunkt des Körpers, und auf diesen dieselben Proportionaltheile nimmt, $A''M = \frac{2}{5} AM$, u. s. w., was gleichfalls ein Hexaëder liefert, dessen GröÙe zwei Fünftel von der der ursprünglichen Gestalt besitzt.

V.

Ueber das Schwefeleisen mit zwei Atomen Schwefel;

von

HEINRICH ROSE.

Als ich vor einiger Zeit *) gepulverten Schwefelkies der Einwirkung des Wasserstoffgases in der Glühhitze unterwarf, war es mir nicht möglich, die Hälfte des Schwefels zu vertreiben, und ein Schwefeleisen mit 2 Atomen Schwefel hervorzubringen. Dieses Resultat war um so unerwarteter, als Schwefelkies, für sich allein destillirt, auf jene Schwefelungsstufe, wiewohl erst bei sehr starker Hitze, zurückgeführt werden kann. Ich untersuchte daher den Schwefelkies, den ich angewandt hatte, und fand, daß er, obgleich sein Aeußeres auf keine fremde Beimischungen schließen liefs, Schwefelkupfer oder vielmehr Kupferkies enthielt, wodurch ein etwas unrichtiges Resultat entstanden war.

Ich wiederholte daher den Versuch mit Schwefelkies von der Insel Elba, der vollkommen rein war. Ich erhielt, wie zu erwarten stand, bei nicht sehr starker Hitze ein Schwefeleisen, das gerade 2 Atome Schwefel enthielt. Das Wasserstoffgas wirkte also hierbei, wie jede andere das Schwefeleisen nicht angreifende Gasart gewirkt haben würde, nur dadurch, daß es eine Atmosphäre bildete, in welcher der Schwefel leichter und bei geringerer Hitze entweichen konnte, als in der Atmosphäre seines eigenen Gases. Es entstand

*) Poggendorff's Annalen d. Phys. u. Chem. Bd. 4. S. 109,
Annal. d. Physik. B. 81. St. 4. J. 1825. St. 12.

nur eine geringe Menge Schwefelwasserstoffgas; der größte Theil des Schwefels aber entwich ohne sich mit dem Wasserstoff zu verbinden.

Die Resultate von jenen Versuchen waren folgende:

- I. 3,617 Grm. gepülverten Schwefelkieses wogen nach dem Versuche 2,652 Grm. Diese bestanden also aus

62,38	Eisen
37,62	Schwefel
100,00	

- II. 7,096 Grm. desselben Schwefelkieses, in Stücken, wogen nach dem Versuche 5,2155 Grm. Hienach bestehen diese aus:

62,24	Eisen
37,76	Schwefel
100,00	

Das berechnete Resultat ist:

62,77	Eisen
37,23	Schwefel
100,00	

Das erhaltene Schwefeleisen war pulverförmig, selbst wenn es aus ungepulverten Stücken von Schwefeleisen bereitet worden war, von schwärzlich-grauer, nicht von gelber Farbe. Es löste sich, ohne Schwefel zu hinterlassen, ganz in Salzläure auf, während sich ein Gas entband, das von einer caustischen Kalilauge ganz absorbirt wurde. Es ist indessen bemerkenswerth, daß es dem Magnete nicht folgsam war, während doch Magnetkiese, die mehr Schwefel enthalten als dieses Schwefeleisen, dem Magnete folgen *).

*) Auch die diesem Schwefeleisen entsprechenden Schwefelungsstufen des *Kobalts* und *Nickels* (sowohl natürliches Schwefelnickel, *Haarkies*, als auch diesem an Farbe und Glanz vollkommen ähnliches, künstlich bereitetes) folgen dem Magnete nicht.

VI.

N o t i z e n.

1. Hrn. Arago's Verfahren, die Intensität einer Magnetnadel zu messen.

Die Ausmittlung der periodischen oder seculären Veränderungen in der Intensität des Magnetismus der Erde hat bei dem gewöhnlichen Verfahren große Schwierigkeiten, wenn man von den Resultaten eine gewisse Genauigkeit verlangt. Denn dazu ist nicht nur nöthig zu wissen, ob in einer und derselben Magnetnadel die Stärke und Vertheilung des Magnetismus stets die nämlichen bleiben, oder wie sich beide in jener ändern; sondern auch, man muß die an mehreren Orten zu verschiedenen Zeiten mit verschiedenen Nadeln gemachten Beobachtungen auf einander zurückzuführen im Stande seyn, da ein unmittelbarer Vergleich zwischen den angewandten Magnetnadeln selten möglich ist, und doch nur meistens ein gehärtetes Resultat liefert. Zu allen jenen Erfordernissen waren die bisherigen Mittel entweder nicht hinlänglich oder zu umständlich, wie es unter andern mit dem von Coulomb (Biot's *Traité*. III. 145) der Fall zu seyn scheint. Hr. Arago hat, geleitet durch seine frühere Entdeckung (dies. Ann. Bd. 3. S. 543), zu diesem Endzweck ein neues Verfahren erdacht, um einer Magnetnadel stets denselben Grad von Magnetismus zu ertheilen. Diefes Verfahren beruht darauf, daß eine in ihrer eignen Ebene sich drehende Metallplatte mit um so größerer Kraft eine nahe gestellte Magnetnadel ablenkt, als deren Magnetismus stärker ist. Stellt man den Versuch in einer gegen die Richtung der Neigungsnadel senkrechten Ebene an, so macht man sich von der Einwirkung des Erdmagnetismus unabhängig. Die kleinen Gegengewichte, mit denen man die Nadel an jedem Ende beschweren muß, damit sie durch die, mit einer gewissen Geschwindigkeit, sich drehende Platte um 10° , 20° , 30° u. s. w.

abgelenkt werde, geben alsdann das Maass für die magnetische Intensität der Pole. Die Ablenkung kann auch durch eine Platte oder Masse von Eisen bewirkt werden, sobald man im Stande ist, diesem Metalle stets die nämliche Beschaffenheit zu geben. Das Nähere über dieses Verfahren und die damit zu erreichende Genauigkeit wird Hr. A. zum Gegenstande einer besonderen Abhandlung machen, wenn, wie derselbe hofft, die ihn jetzt beschäftigenden Versuche günstige Resultate liefern werden. (Ann. de Chim. et Phys. XXX. 263, wo auch Hr. Poisson ein auf andern Grundsätzen beruhendes Verfahren zur Lösung der vorhin genannten Aufgabe angegeben hat, das den Lesern in der Folge, mit den dazu wesentlich nöthigen Formeln, mitgetheilt werden soll.)

2. Verbrennung der *Weinstein säure* durch braunes *Bleioxyd*.

Hr. Walcker (vormals zu Dresden, gegenwärtig zu Brighton oder Brighthelmstone am Kanal, der dortigen Anstalt für künstliche Mineralwässer des Hrn. Dr. Struve vorstehend) hat Gelegenheit gehabt zu bemerken, daß krySTALLisirte *Weinstein säure* mit braunem *Bleioxyd* bei einer Temperatur von 12° bis 15° R. zusammengerieben, nach wenig Augenblicken zum Erglühen kommt und unter Entwicklung von *Kohlensäure*, und Ausstossung eines Geruches nach *Ameisensäure* (vergl. d. Ann. Bd. 71. S. 107) völlig verglimmt. Das schicklichste Verhältniß dieser Stoffe hiezu ist: 1 Mischungsgewicht von dem ersteren, gegen zwei Mischungsgewichte von dem letzteren.

(Mehrere Berichtigungen zu diesem und dem vorhergehenden Bande, sollen am Schlusse des nächsten Bandes angezeigt werden.)

TOR DR. WINCKLER.

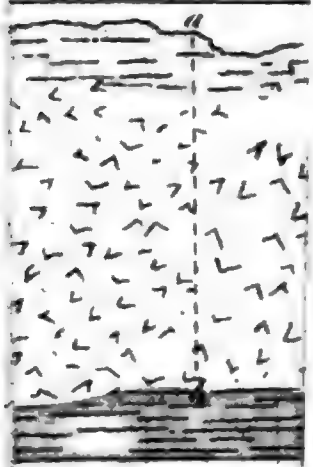
Digitized by Google

1 6.
 ühregen. Am 19. gleiche starke Decke löset sich Nachmittags auf und stehen nur geringe Cirr. Str. auf heit. Grunde; Horiz. bleibt belegt, stark Nebl. Heute stehet der Mond in seiner Erdferne. Am 20. Morg. mm, oben wolkenleer nicht klar und neblig; Tags wolkige Bed. hie oben, Spt-Abds selten. Am 21. früh verbirgt dicker naß fallender blick des Himmels, Mittgs liegt fern noch der Nebl, Horiz. ist rings en ist es heitr; Abds und spätr ganz heitr. Am 22. wolk. Bed., fern öfnet sich das Zenith und Spät-Abds heitr. Um 2 U. 55' früh trat n den Steinbock, daher hatte die Winter-Sonnenwende Statt. Am n Nebl und naß sich absetzender Duft den Himmel nicht sehen, Mittgs heils bedünstet, theils belegt, oben auf heit. Grunde Cirr. Str. Spur, sei hoch bedünst. Horiz. heitr; Spt-Abds wolkig bed. und Nebl. Am gs in wolk. Bed. einige offne Stellen; stets Nbl. Am 25. Morg. NW-heiter, drüber Cirr. Str. auf heit. Grunde, SO-Hälfte wolkig bed.; . bel., oben heitr; Nachmittags oben gefond. Cirr. Str. und viel heitre iz. wechselsweise bald hie bald da belegt. Spät-Abds gleiche Decke; , stark Reg. 10 U. 7' Morg. der Vollmond.

Am 26. Nachts Reg.; früh Horiz. und SO-Hälfte bed., sonst lockere f heit. Grde, Mittgs gleiche graue Decke, so auch Abds, Nachmittags gel. Regsch. um 2 Cirr. Str. die meist bed., Spt-Abds W u. NW dicht heitr. Am 27. lockere Cirr. Str. auf heit. Grunde früh, haben sich olk. Bed. modifiz.; nach Mittg theilt sie sich wieder in erstere, Abds tr, herrscht wolk. Decke. Am 28. bis Abds Cirr. Str. bald diesen bald des Himmels bedeckend, dann aber gleiche starke Decke. Am 29. bis nee bei gleicher Bed.; nach Mittag öfnet sich diese, zeigt Nachmittags und und Abds ist es heiter, Spät-Abds aber wieder wolkig bed. Am eichf. Decke und stark Nebl. Am 31. gleiche starke Decke ist um n Cirr. Str. auf heit. Grunde getheilt; früh hinderte dicker Nebl den sehen und von Abds 4½ U. bis 8 fällt gelind Schnee.

s Monats: Einige Tage am Ende des Monats ausgenommen, äußerst trocken, dagegen oft neblig; unter gelinden Winden waren die aus nd.

von gastrischen Symptomen begleitet, und ähnliche Affectionen der Im kindlichen Alter zeigten sich wieder häufiger, aber doch nur



d. Phys. u. Ch

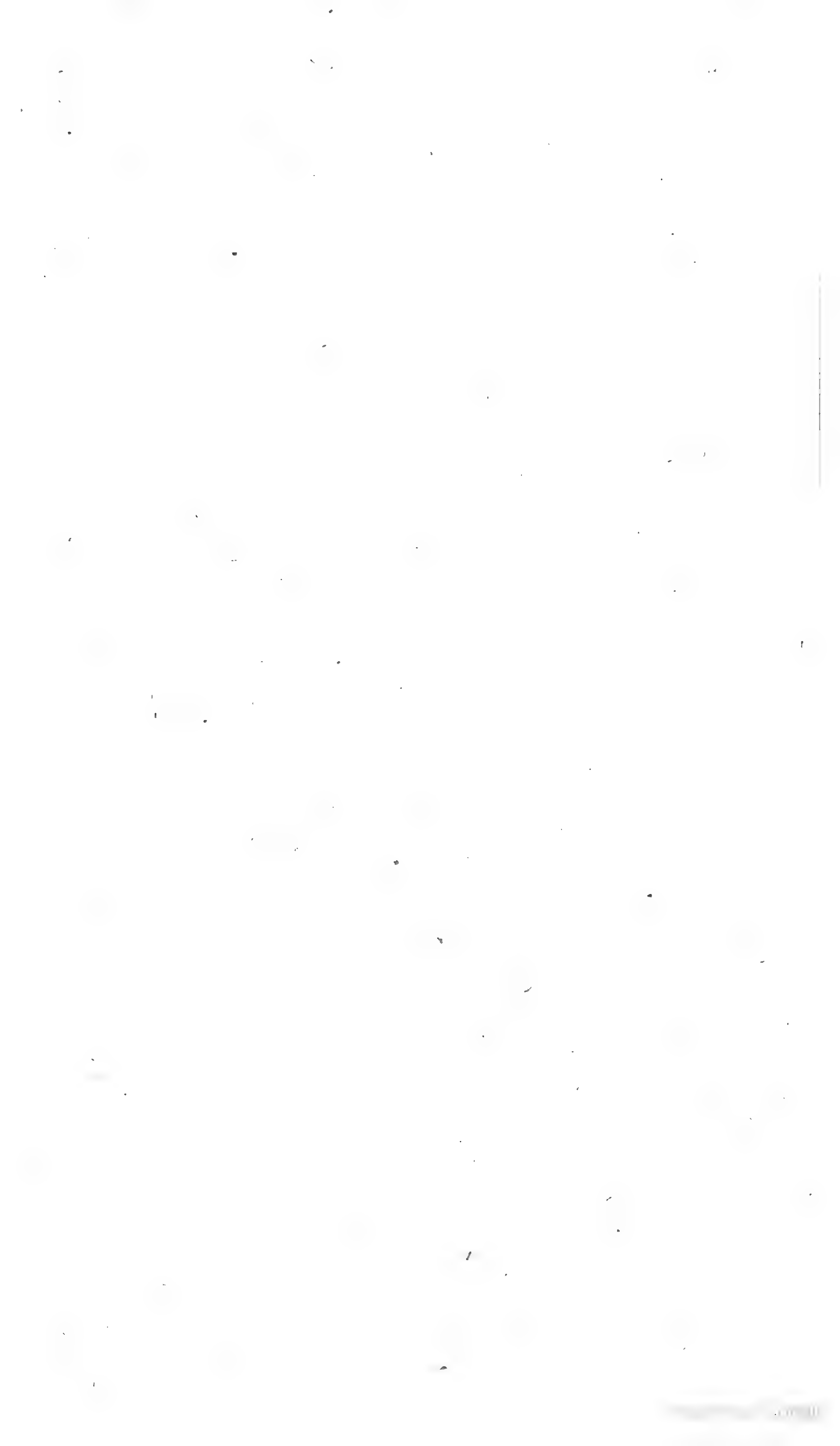
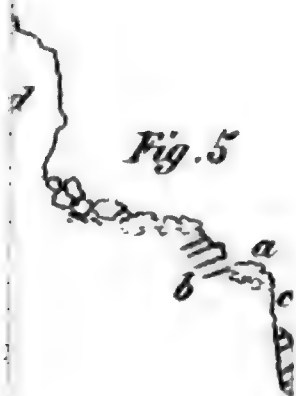


Fig. 1



Fig. 5



c



Fig. 5 (continued)



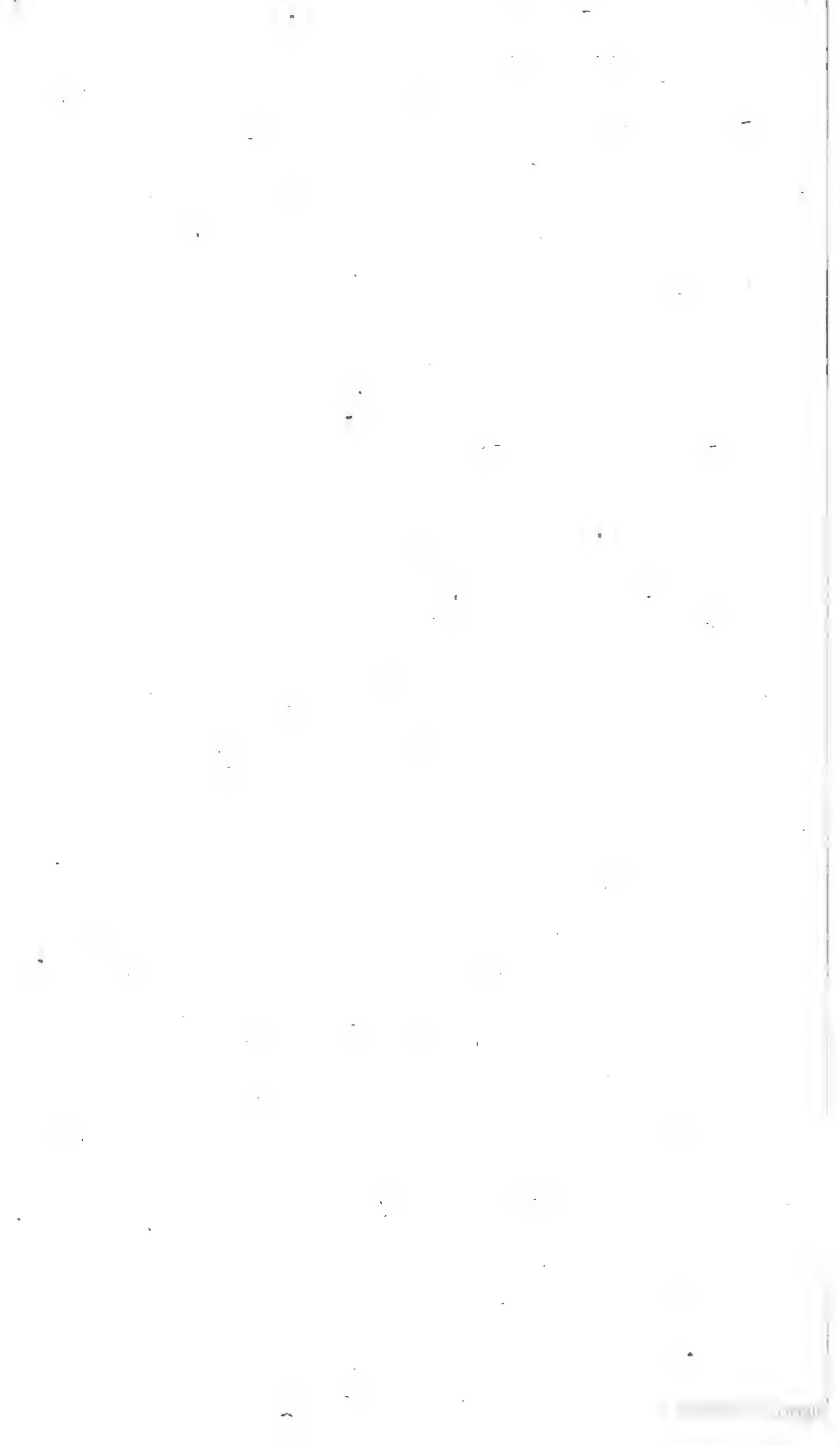




Grüne sand



Phys. u. Chem.



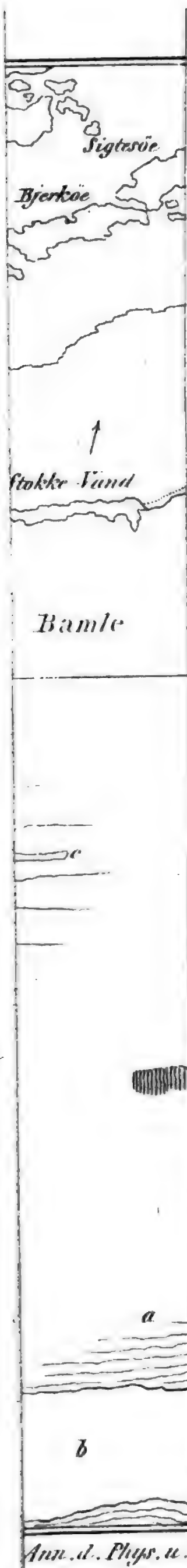
M



Fig. 8







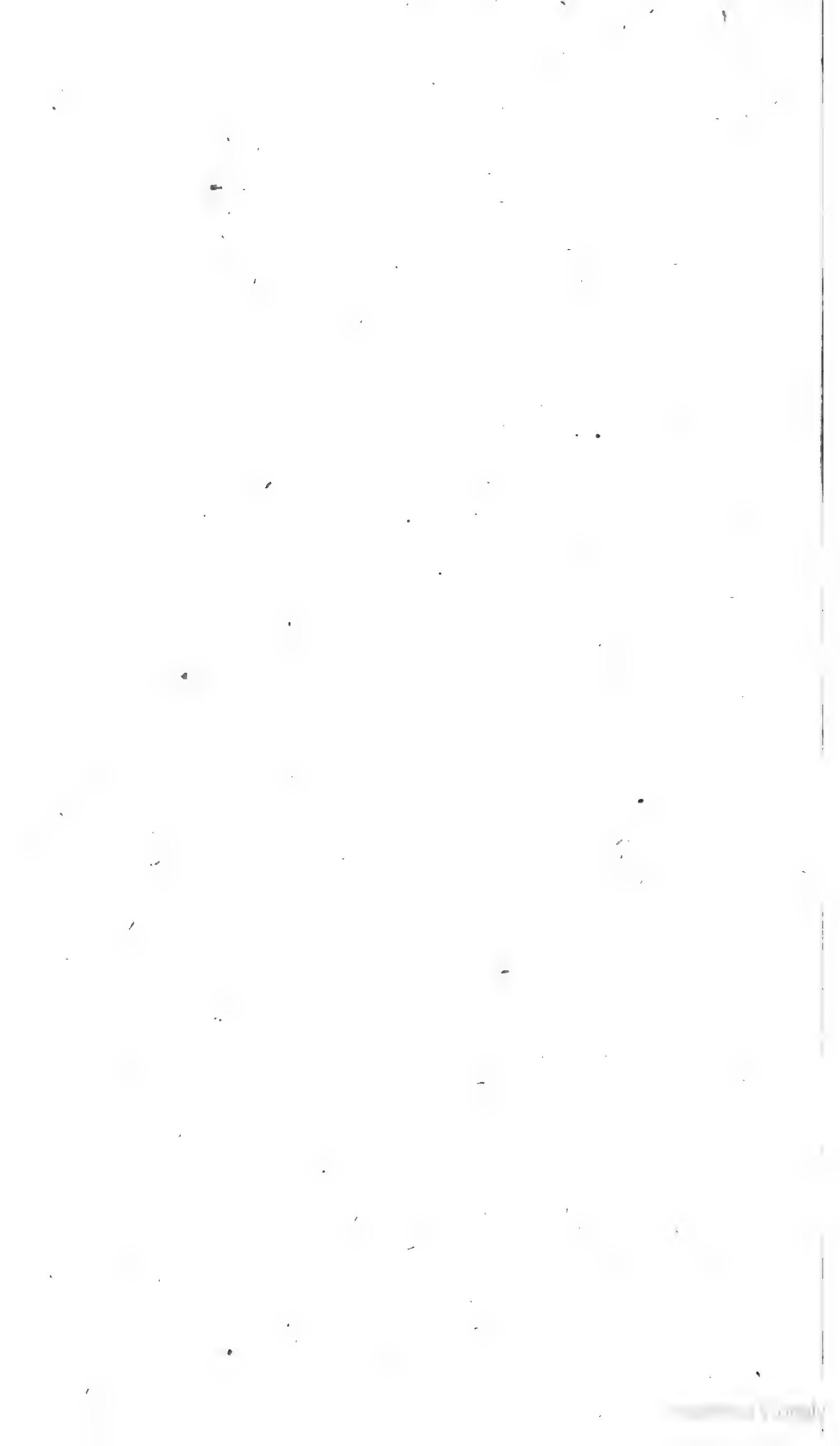
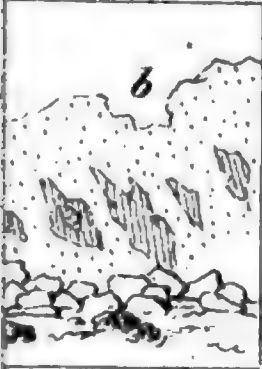
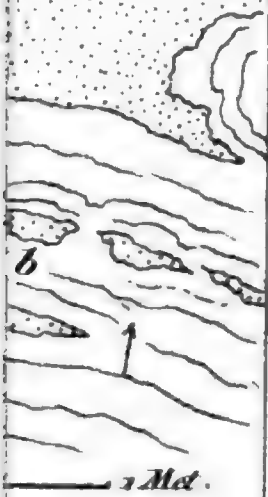


Fig. 1



a

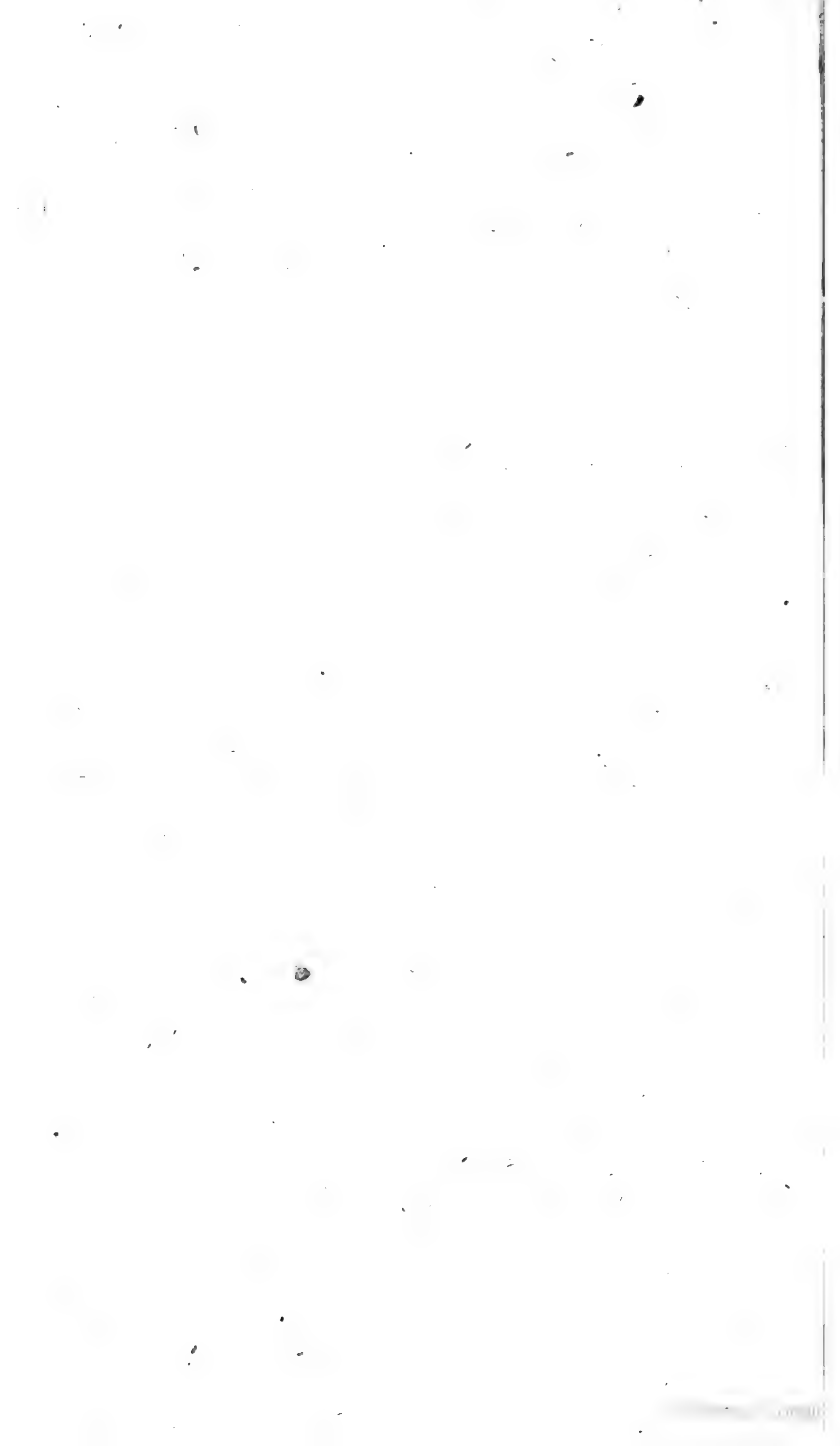


Fig. 3.

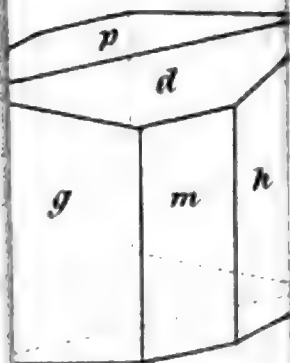


Fig. 7.

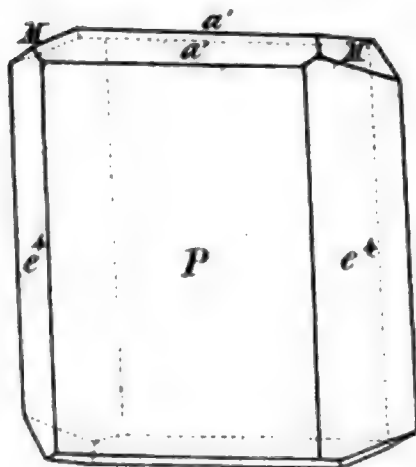


Fig. 14.

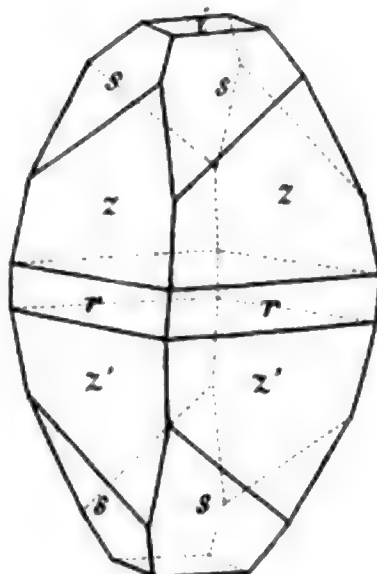


Fig. 10.

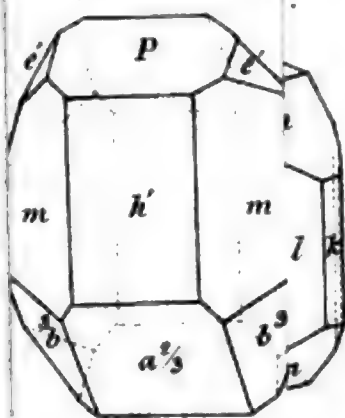


Fig. 17.

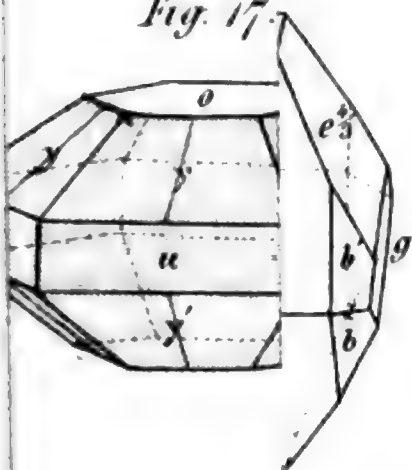


Fig. 21.

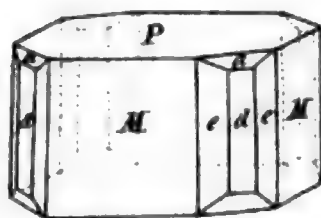
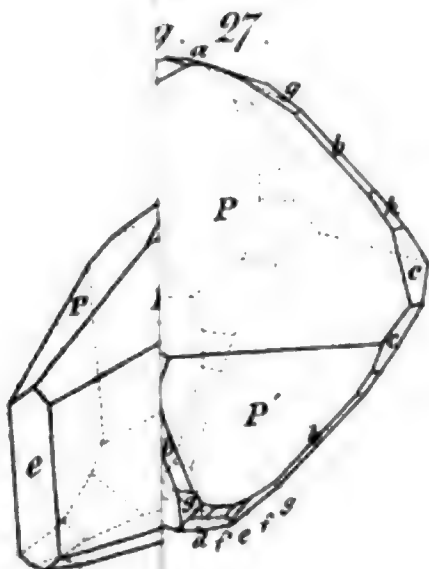
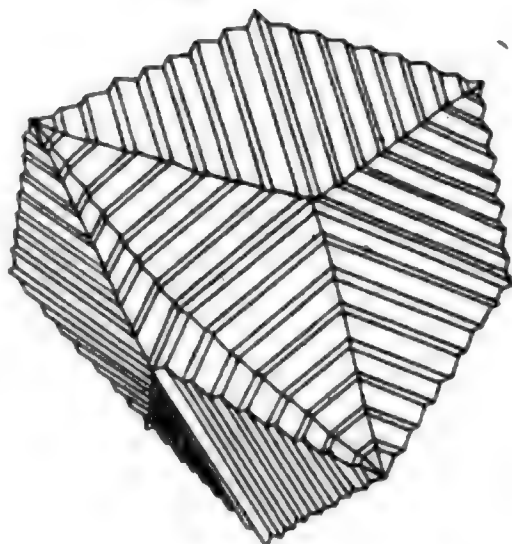
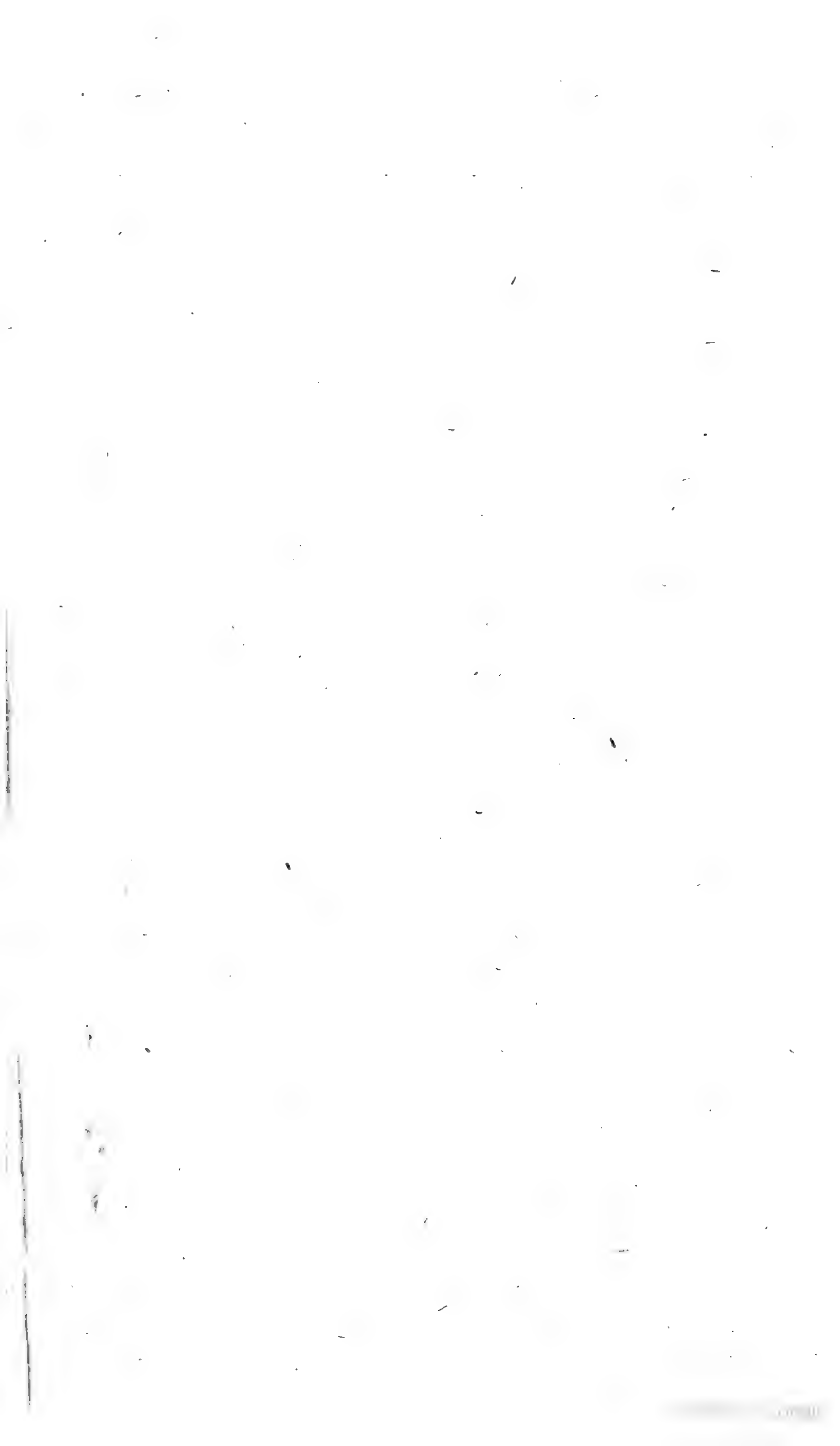


Fig. 28.





1
2.

Fig. 3.

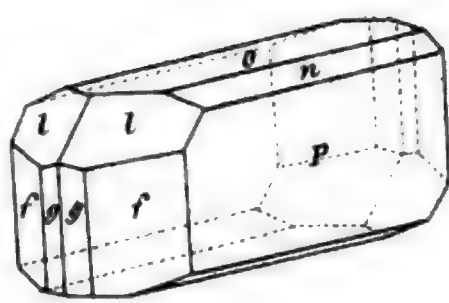
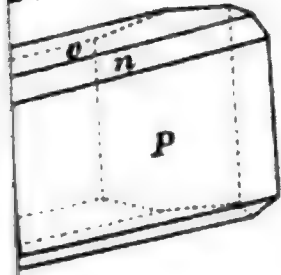


Fig. 5.

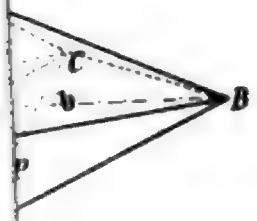


Fig. 6.

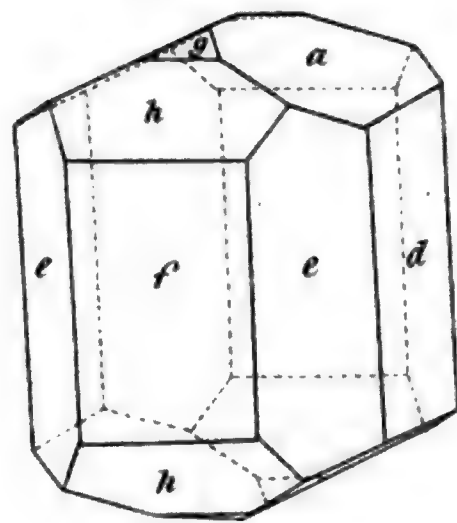


Fig. 9.

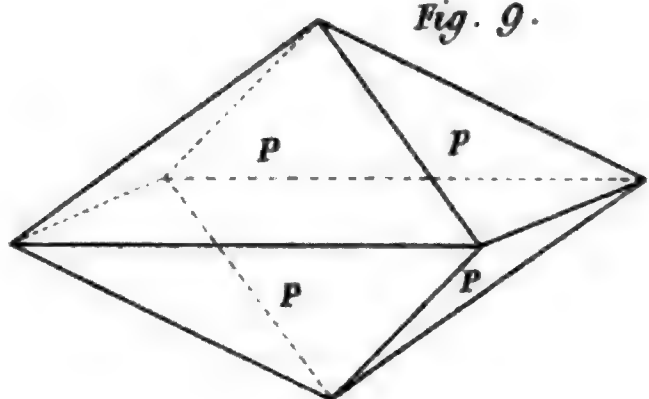


Fig. 12.

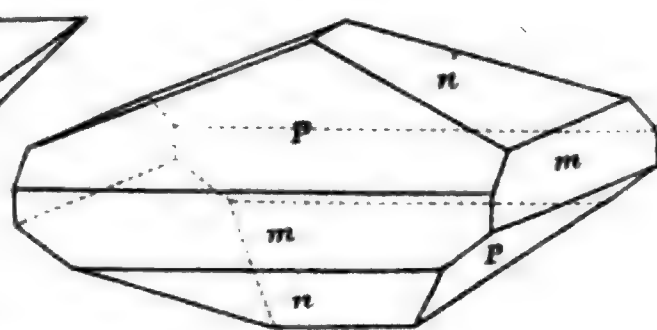


Fig. 14.

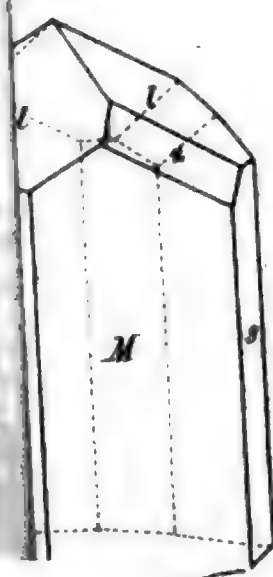
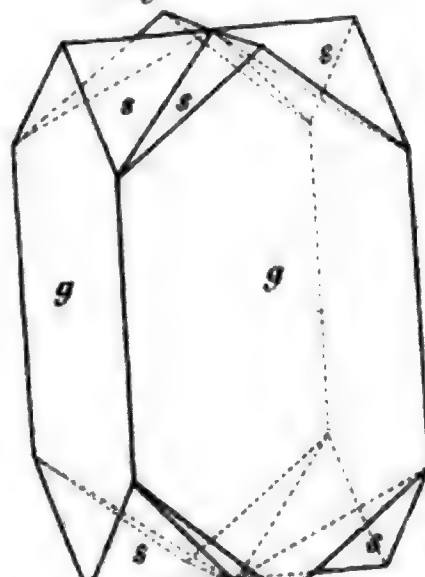


Fig. 15.



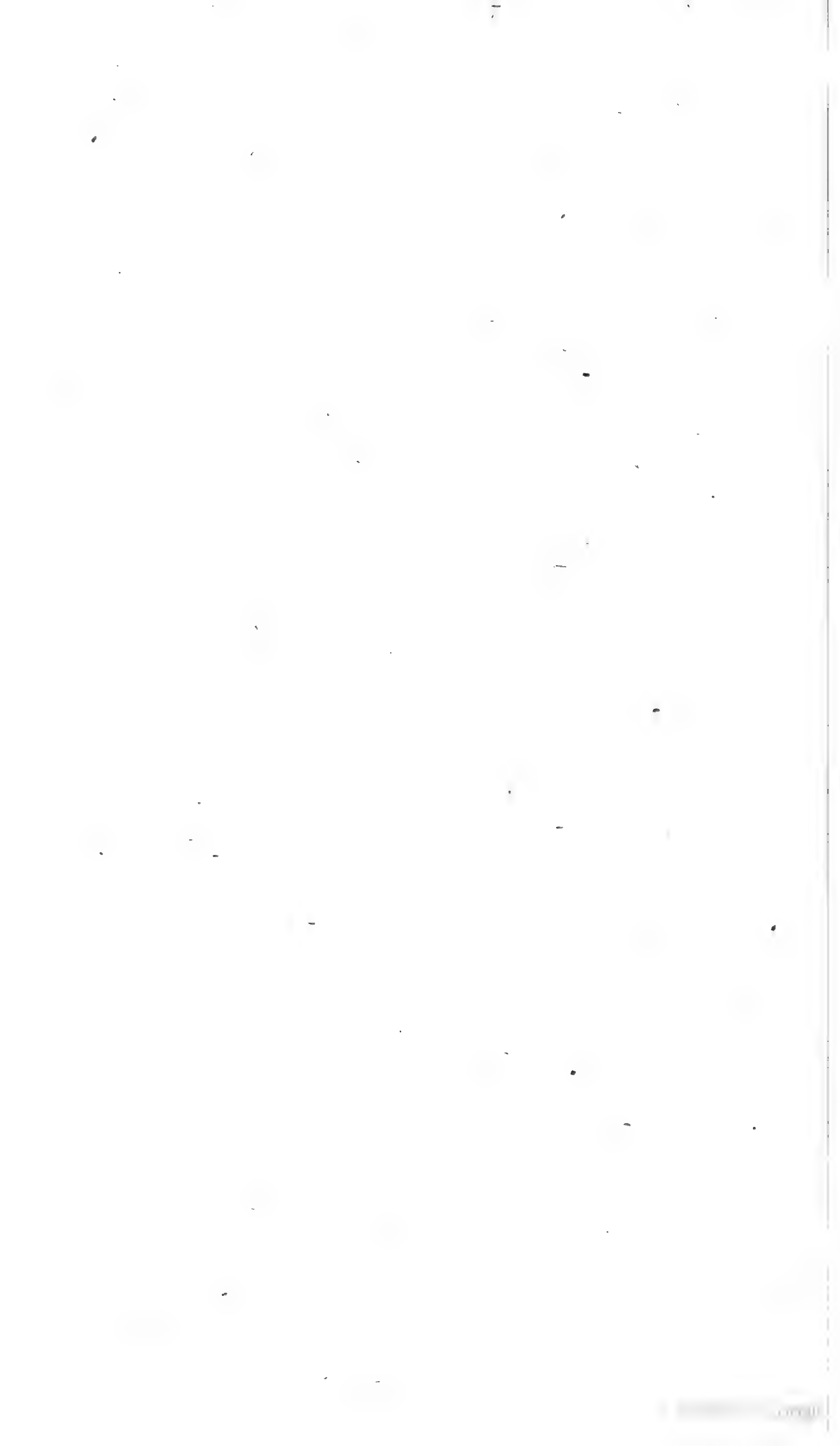
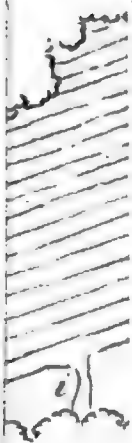




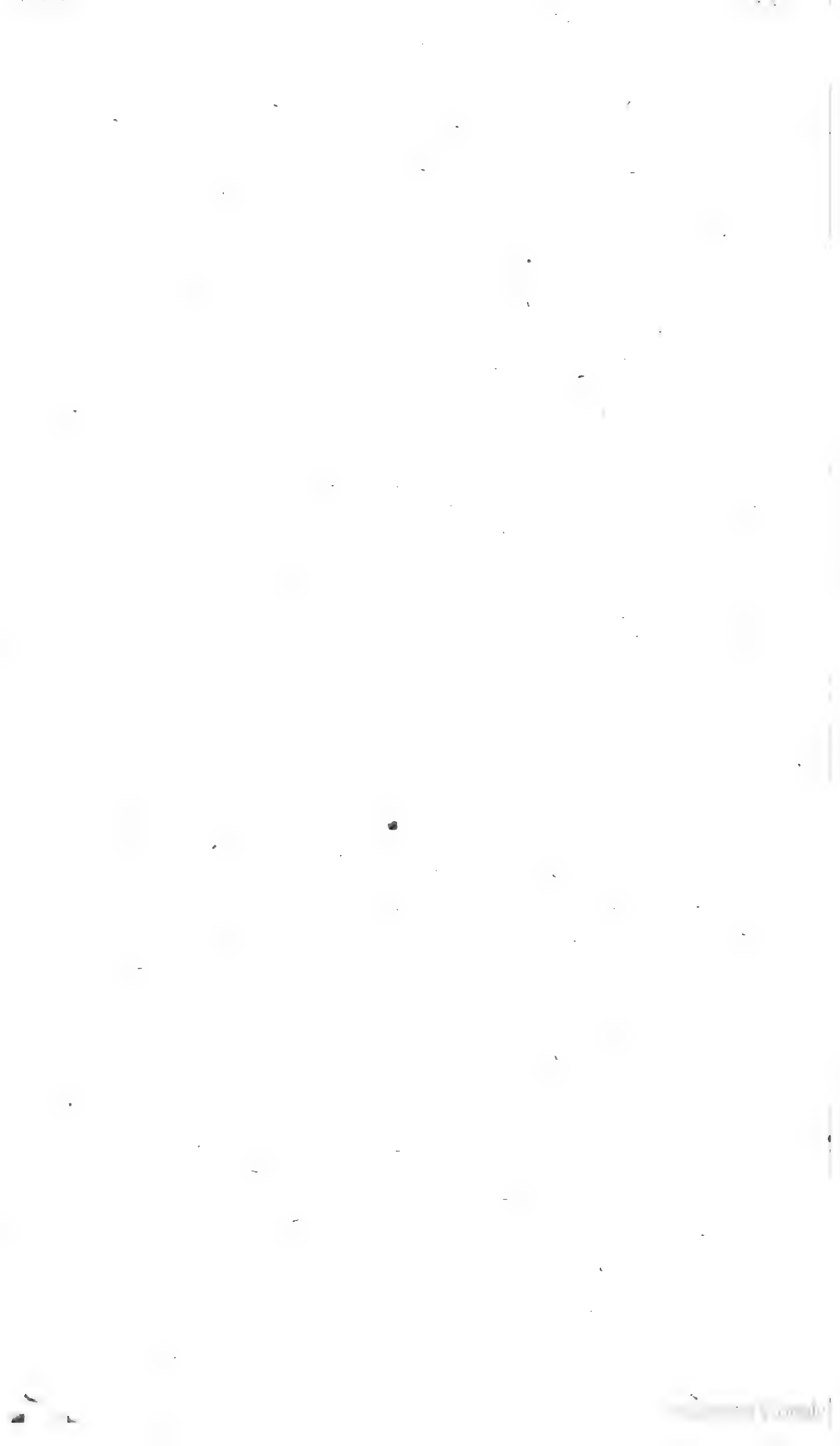
Fig. 4

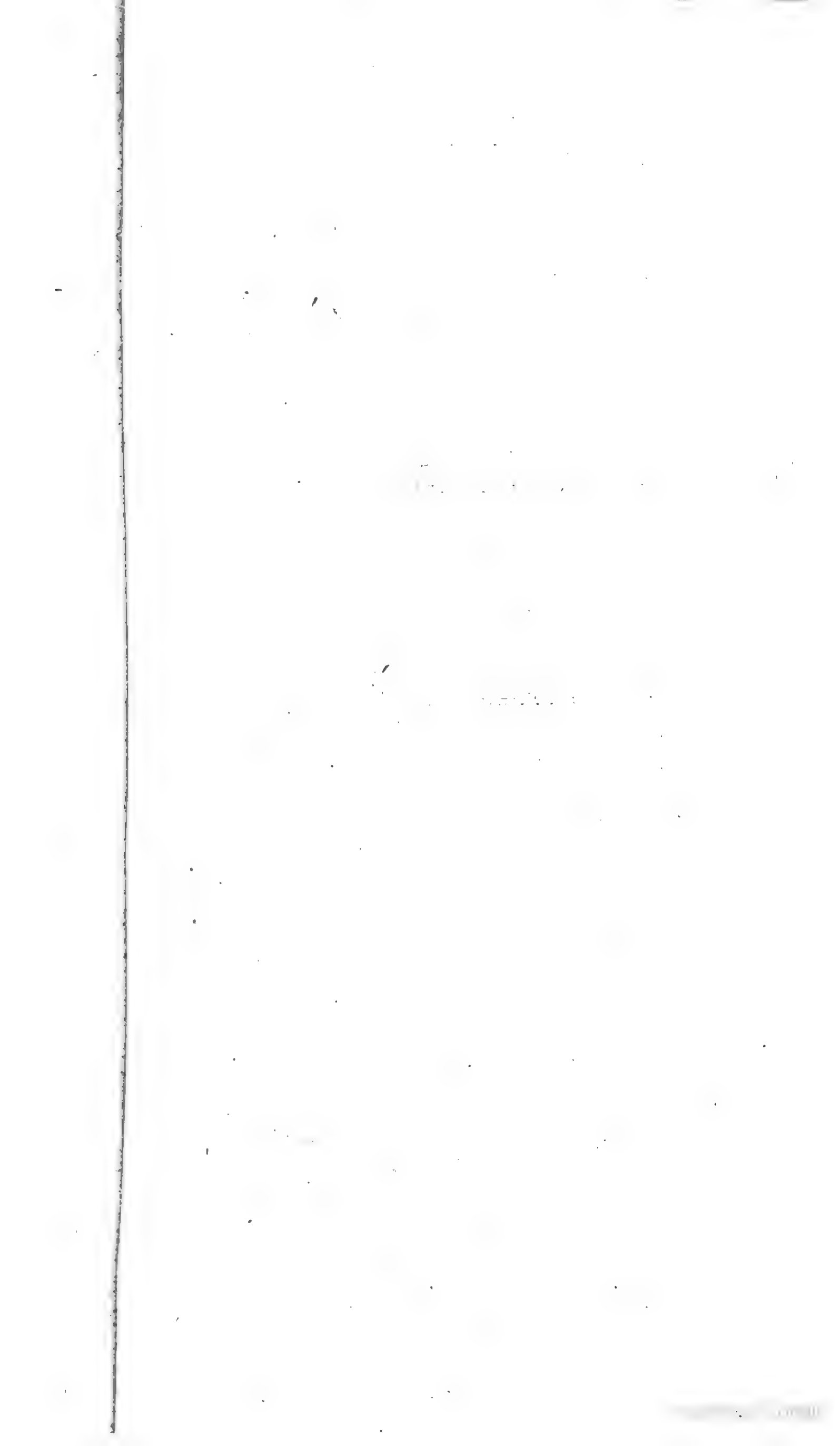


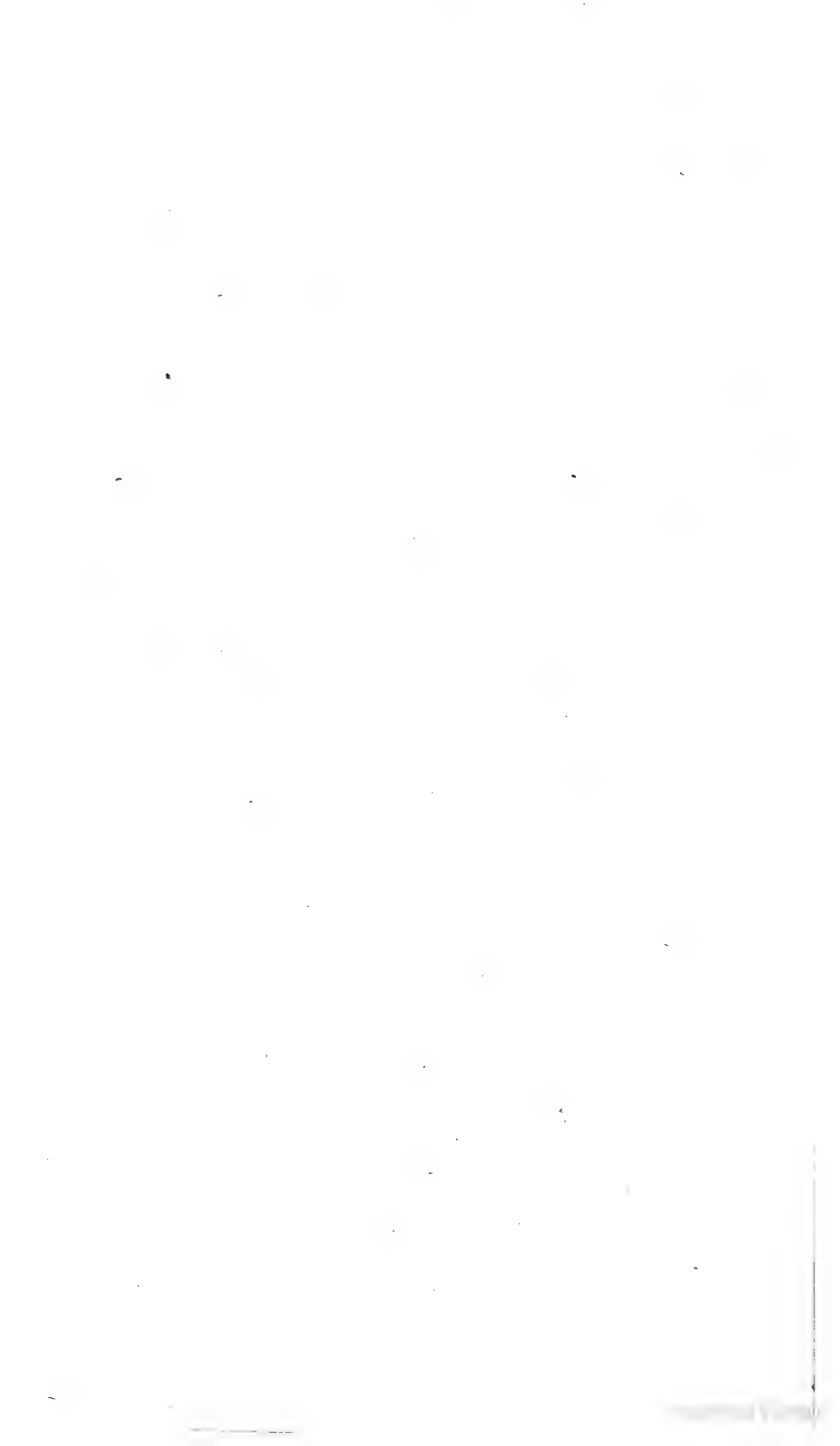
Fig



Phys. II







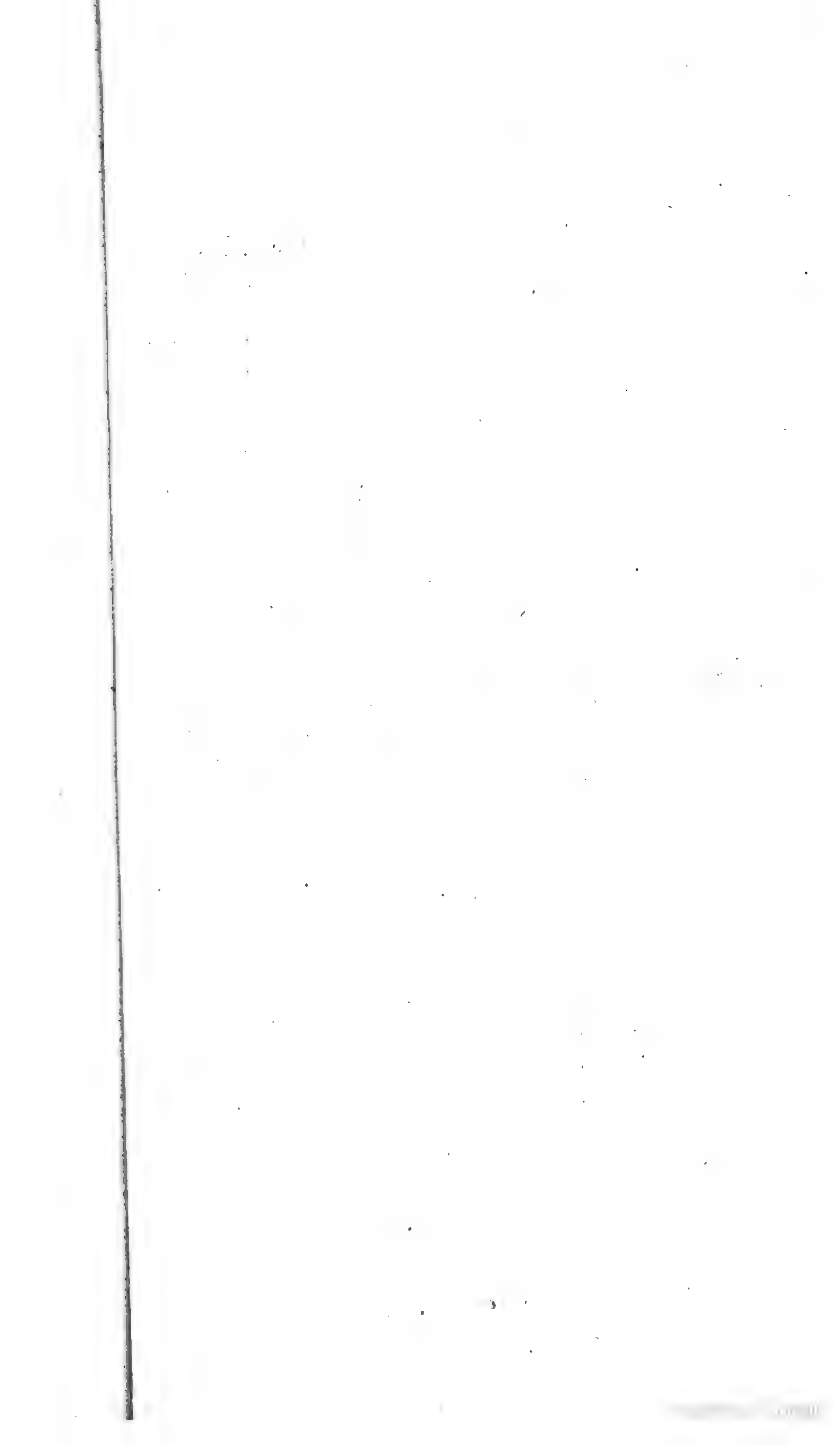
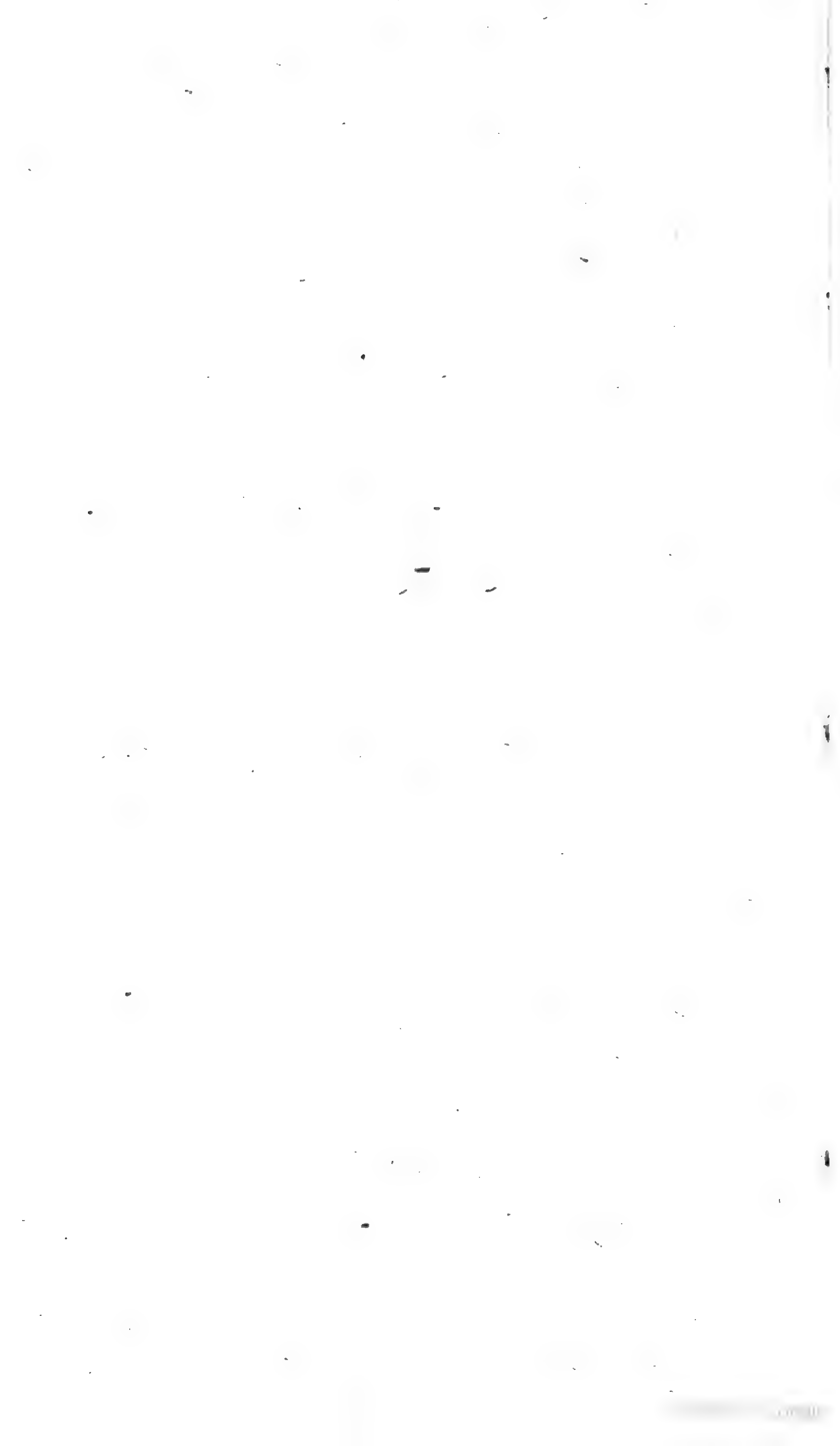


Fig. 4









UNIVERSITY OF MICHIGAN



3 9015 06541 0469

